C. B. P. & F. C.
Lib. Ref. 05
Recd. - 7 JUL 1953
Date 11.7.53
Ab. articles: pp.

VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 137
PUBLICATIONS OF THE FINNISH STATE AGRICULTURAL RESEARCH BOARD, No. 137

PERUNAN VARASTOIMISTAPPIOISTA JA NIIDEN EHKÄISEMISESTÄ

JAAKKO MUKULA

MAATALOUSKOELAITOKSEN KASVITAUTIOSASTO
TIKKURILA

SUMMARY:

STORAGE LOSSES OF POTATOES AND THEIR CONTROL

HELSINKI 1953

VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 137
PUBLICATIONS OF THE FINNISH STATE AGRICULTURAL RESEARCH BOARD, No. 137

PERUNAN VARASTOIMISTAPPIOISTA JA NIIDEN EHKÄISEMISESTÄ

JAAKKO MUKULA

MAATALOUSKOELAITOKSEN KASVITAUTIOSASTO
TIKKURILA

SUMMARY:

STORAGE LOSSES OF POTATOES AND THEIR CONTROL

HELSINKI 1953

Helsinki 1953. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkulause.

Maassamme tähän asti julkaistut perunan varastoimistutkimukset perustuvat pääasiallisesti Maatalouskoelaitoksen eri osastoilla v. 1920/21—1941/42 tehtyihin kokeisiin ja koskevat etupäässä talvisäilytystä, ts. säilytysaikaa sadonkorjuusta kevääseen. Keskimääräinen mädäntymistappio talvisäilytyksessä on kasvitautiosaston taholta arvioitu kokeisiin ja viljelijöiltä saatuihin tietoihin perustuen n. 10 %:ksi (Jamalainen 1938, Ollila 1947). Tärkein mädäntymisen aiheuttaja on ollut perunaruttosieni [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary]; toisella sijalla ovat olleet mädäntymistä aiheuttavat bakteerit. Sen sijaan homesienten merkitys on jäänyt vähäiseksi. *Fusarium*-sienistä *F. coeruleum* (Lib.) Sacc., joka tunnetaan useissa maissa hyvin vahingollisena, on meillä esiintynyt tähänastisten tietojen mukaan vain harvoin ensisijaisena perunoiden turmelijana. Eri perunalajikkeiden säilyvyyttä on tutkittu kasvinviljelys- (Simola 1931, Lähde 1938), kasvinjalostus- (Laurila 1935) ja kasvitautiosastolla (Rainio 1937, Jamalainen 1938, Ollila 1947). Ratkaisevimpana tekijänä lajikkeiden säilymisessä on ollut perunarutto, siten että tälle taudille arat lajikkeet ovat säilyneet huonoimmin. Myös kasvu- ja korjuuajan sääoloilla on ollut huomattava merkitys. Perunaruttosienen kehitykselle edullisten kesien jälkeen on rutolle arkojen lajikkeiden mädäntymistappio kohonnut jopa useihin kymmeniin prosentteihin. Silloin taas, kun ruttoa ei ole esiintynyt, tappiot ovat supistuneet pieniksi (Rainio 1937). Mädäntymisen ehkäisemiseksi on kasvitautiosastolla kokeiltu Conservos- ja Karsan-nimisiä säilytysaineita, jotka ovat kuitenkin osoittautuneet tehottomiksi (Ollila 1947). Perunoiden painon väheneminen, painotappio, joka johtuu pääasiallisesti veden haihtumisesta ja perunoiden hengittämisestä, on eri osastojen kokeissa vaihdellut 0.5—12.6 % (Laurila 1935, Lähde 1938, Ollila 1947). Varastoitujen perunoiden tärkkelyspitoisuutta on tutkittu kasvinjalostusosastolla ja todettu sen säilytyksen kuluessa huomattavasti alentuneen (Laurila 1935).

Säilytyksen aikana perunavarastoissa tapahtuvilla mädäntymis- ja painotappioilla on, kuten edelläsanottu osoittaa, tärkeä merkitys. Suurin osa maamme vuotuisesta perunasadosta, joka on nykyisin vähän yli 1 milj. tonnia (Suomen Virallinen Tilasto III, 1951), joudutaan varastoimaan lyhyemmäksi tai pitemmäksi ajaksi, osaksi aina uuden sadon valmistumiseen saakka. Kun perunan säilytyksessä on monia tärkeitä selvitystä vaativia

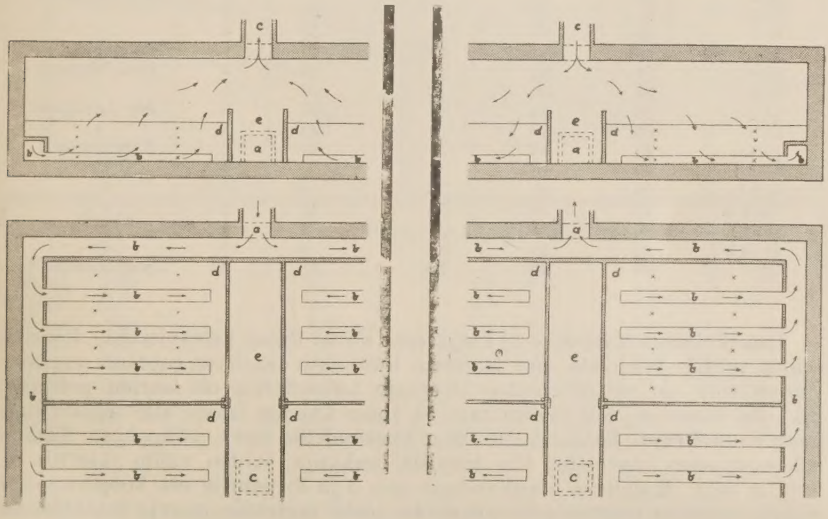
kysymyksiä, jatkettiin Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosaston toimesta perunan varastoimistutkimuksia. Seuraavassa selostettavat kokeet suoritettiin v. 1948/49—1950/51, ja ne koskevat talvisäilytyksen ohella myös alkukesän säilytystä. Selvittelyn kohteina ovat varasto-olosuhteiden, säilytystapojen ja säilytysaineiden merkitys, joista eräitä edeltäviä tietoja on jo esitetty julkisuudessa (MUKULA 1951, 1953).

Julkaisussa selostetut kokeet liittyvät professori E. A. JAMALAISEN johdolla suoritettaviin kasvituotteiden varastoimistutkimuksiin, jotka kasvitautiosastolla saatiin käyntiin *Suomen Osuuskauppojen Keskuskunta rl*:n tarkoitukseen v. 1948 myöntämän määrärahan turvin ja joita varten myös *Suomen Kulttuurirahasto* myönsi apurahan. Tämän johdosta kasvitautiosasto esittää Suomen Osuuskauppojen Keskuskunnalle ja Suomen Kulttuurirahastolle parhaat kiitokset.

Kokeiden suoritus.

Koeperunat. Koeperunat olivat maassamme yleisesti viljeltyjä lajikkeita (taulukko 1). Ennen kokeiden aloittamista koeaineisto sekoitettiin. Samalla poistettiin tautiset yksilöt, mikäli sellaisia tavattiin.

Varastot. Kokeet suoritettiin pääasiallisesti Oy Tuotevälityksen, Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosaston ja Helsingin varuskuntapataljoonan varastosuojissa (Helsingissä ja Helsingin lähistöllä). Nämä olivat perunoiden ja juurikasvien varastoimiseen tarkoitettuja rakennuksia, betonista ja tiilistä puoleksi maan alle tehtyjä, maan kosteudelta ja sadevedeltä eristettyjä. Varastosuojien lämpötila vaihteli talvella 2—6° C, mutta kohosi keväällä, kesällä ja syksyllä huomattavasti korkeammaksi (taulukko 2). Yhdessä kokeessa osa koeperunoista varastoitiin erään keskuslämmitystalon talouskellariin ja yhdessä erääseen lämpimään varastohuoneeseen.



Työntuletus (alhaalta ylös) *Pressure ventilation (upwards)* a = ilman sisäänottoaukko, jossa sähkölietso *air intake with electric fan;* c = ilman poistoaukko *air outtake.*

Imutuuletus (ylhäältä alas) *Suction ventilation (downwards)* a = ilman poistoaukko, jossa sähkölietso *air outtake with electric fan;* c = ilman sisäänottoaukko *air intake.*

→tuuletusilman kulkusuunta *the direction of movement of ventilating air;* b = tuuletustorvet *ventilating flues;* d = laarit *bins;* e = käytävä *work alley;* x = koepussien sijaintipaikat laareissa *position of experiment bags in bin.*

Kuva 1. Poikkileikkaus ja pohjapiirros koneellisesti tuuletetuista laareista kokeessa n:o 3.
Figure 1. Floorplan and cross section of bins ventilated with electric fan in Experiment no. 3.

Säilytystavat. Koeperunat sijoitettiin varastoissa laareihin, laatikoihin, paperisäkkeihin tai pieniin paperipusseihin. Näiden mitat on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kokeiden järjestely.
Table 1. Arrangement of experiments.

Koe *Experiment no.*	Laarien ja laatikoiden [1]) *Bins and boxes*			Koe-erien paino *Weight of potato lots kg.*	Kerrannaisten lukumäärä *Number of replicates*	Perunalajike *Potato variety*
	pituus *length cm.*	leveys *width cm.*	korkeus *height cm.*			
1	110	70—110	70—110	500— 800	1	Paul Wagner
1 [2])	210	150	70—140	1 400—2 800	1	»
2	210	150	70—140	1 450—2 800	1	»
3	110	110	100	750 (8)	1 (4)	Ben Lommond
3 [2])	490	350	100	11 000 (8)	1 (32)	»
4	140	100	110	1 050	1	Paul Wagner
5	150	150	100	1 500 (8)	1 (12)	Ostbote
6 a	175	70	100	750	1	King Georg V
6 b	175	70	100	750	1	»
7	70	40	25	35	4	Ostbote
8	70	40	25	35	4	Tammiston aik.
9	70	40	25	35	4	»
10	70	40	25	35	4	Dir. Johansen
11 a	65	50	12	20	4	Ben Lommond
11 b	65	50	12	20	7	»
11 c	65	50	12	20	4	»
12	65	50	12	20	4	Frühnudel
13 a	65	50	12	20	4	Paul Wagner
13 b	65	50	12	20	4	»
14 a	65	50	12	20	3	Ben Lommond
14 b	65	50	12	20	3	»
15 I a	40	40	50	40	2	Eigenheimer
15 I b	20	20	30	4	4	»
15 I c	20	20	30	4	4	»
15 II a	40	40	50	40	2	»
15 II b	20	20	30	4	4	»
15 II c	20	20	30	4	4	»
16	40	30	14	10	3	King George V

Laarikokeissa (taulukko 3) koejäsenet olivat ilman kerrannaisia. Laarien seinät tehtiin laudoista; osa laareista kuitenkin rajoittui suoraan varastosuojan tiili- tai betoniseinään. Kellarin betonilattia oli laarien pohjana, lukuunottamatta yhtä koetta (n:o 5), jossa kahden laarin alle tehtiin harvaan laudoitettu, lattiasta 10 cm:n korkeudella oleva välipohja. Tämän rakentamiseen käytettiin 4″:n levyisiä lankkuja, joiden väliin jätettiin n. 1 ½″:n raot. Kahdessa laarikokeessa (n:o 3 ja 5) pantiin osa koeperunoista 8 kg:n vetoisiin nuottaverkkopusseihin, jotka asetettiin laareja täytettäessä muiden perunoiden joukkoon. Pussit sijoitettiin järjestelmällisesti säilytyskerroksien eri korkeuksiin, laarien keskelle ja laarien reunoille (kuva 1).

[1]) Kokeessa 15 käytetty laatikoiden asemesta paperisäkkejä ja paperipusseja. — *Instead of boxes, paper sacks and paper bags were used in experiment 15.*

[2]) Koneellinen tuuletus sähkölietsolla. — *Forced ventilation with electric fan.*

Luvut sulkeissa tarkoittavat laareihin sijoitettujen koeperunapussien painoa ja lukumäärää. — *The figures in parentheses indicate the weight and the number of net bags in bins.*

Täten menetellen kävi mahdolliseksi saada tarkkoja punnitustuloksia tappioista laarien eri osissa. Toisessa puheena olevista kokeista nuottaverkot värjättiin lahonsuojavärillä.

Laatikkokokeissa käytettiin 10, 20 ja 35 kg:n vetoisia laatikoita. Näistä 35 kg:n vetoiset olivat harvaan laudoitettuja, muut tiiviitä. Laatikot sijoitettiin varastossa pinoon ja jokaisen laatikon alle asetettiin $^3/_4$":n vahvuiset listat. Kutakin koejäsentä oli eri kokeissa 3—7 kerrannaislaatikkoa. Koetulosten virhemahdollisuuksien poistamiseksi kerrannaiset järjestettiin pinossa tavallisesti siten, että jokaista koejäsentä tuli yksi laatikko kuhunkin pystysuoraan ja kuhunkin vaakasuoraan riviin. Jos kuitenkin koejäsenten lukumäärä oli suurempi kuin kerrannaisten, harvennettiin kerrannaislaatikoiden väli joka toiseen tai joka kolmanteen pystysuoraan riviin.

Säkkikokeissa käytettiin 40 kg:n vetoisia paperisäkkejä ja pussikokeissa 4 kg:n vetoisia paperipusseja, jotka asetettiin varastossa riviin hyllyille tai lattialle laudoista tehdyn lavan päälle. Kutakin koejäsentä oli 2—4 kerrannaista.

Säilytysaineiden haihtumisen estämiseksi perunat peitettiin eräissä kokeissa tyhjillä paperisäkeillä.

Taulukko 2. Varastosuojien lämpötilat (C°) eri kuukausina.
Table 2. Temperature (C°) in storage houses in different months.

A = Oy Tuotevälitys; huone 1; 1948/49 (kokeet *Experiments* nos. 1, 2, 4, 7, 8 ja 13a).
B = » » 1949/50 (kokeet *Experiments* nos. 3 ja 11b).
C = » » 2 1949/50 (kokeet *Experiments* nos. 11c ja 14b).
D = Kasvitautiosasto; varaston takaosa 1948/49 (kokeet *Experiments* nos. 9, 10 ja 12).
E = » » » 1949/50 (kokeet *Experiments* nos. 11a, 12a ja 15a).
F = » » etuosa 1949/50 (koe *Experiment* no. 15b).
G = » » takaosa 1950/51 (kokeet *Experiments* nos. 5 ja 16).
H = Varuskuntapataljoona (kokeet *Experiments* nos. 6a ja 6b).
I = Talouskellari (koe *Experiment* no. 13b).
J = Lämmin varastohuone (koe *Experiment* no. 15c).

Kuukausi — *Month*	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Loka — *Oct.*	7.7	—	—	7.8	8.6	—	7.3	—	—	—
Marras — *Nov.*	5.4	5.0	5.0	5.0	6.4	—	4.3	—	—	—
Joulu — *Sep.*	4.3	4.3	4.5	4.0	4.3	—	4.8	7.9	—	—
Tammi — *Jan.*	4.1	3.0	4.8	3.9	3.0	—	2.8	5.9	—	—
Helmi — *Feb.*	3.1	2.4	5.0	3.0	2.7	—	1.9	4.0	—	—
Maalis — *Mar.*	3.2	3.1	5.0	3.0	3.3	—	1.6	3.0	—	—
Huhti — *Apr.*	4.1	5.0	5.8	4.9	4.2	—	3.5	5.1	11.5	18.0
Touko — *May.*	8.6	—	8.8	6.5	8.3	8.5	8.1	6.9	12.9	17.6
Kesä — *Jun.*	11.1	—	11.5	10.8	10.0	10.3	10.0	11.4	13.4	16.0
Heinä — *Jul.*	12.9	—	13.3	11.9	12.1	12.4	11.1	14.5	15.1	16.8

Varastojen tuuletus. Oy Tuotevälityksen varastossa tuuletus tapahtui koneellisesti 80 cm:n läpimittaisella lietsolla, jonka pyörimisnopeus oli 1 400 kertaa minuutissa. Ilma ohjattiin tuuletustorvia pitkin lietsosta laareihin (»työntömenetelmä») tai laareista lietsoon (»imumenetelmä»). Tuuletustorvet olivat harvaan laudoitettuja kolmioputkia, poikkipinta-alaltaan 150 cm^2. Ne sijaitsivat laarien pohjalla pitkällään lattiaa vasten, 70—75 cm:n päässä toisistaan. Työntömenetelmässä lietso puhalsi ilman tuuletustorvia pitkin laarien alle, mistä ilma työntyi perunakerroksen läpi ylös

(kuva 1) ja poistui lopuksi varastohuoneen katon rajassa olevasta luukusta Imumenetelmässä lietson pyörimissuunta ja ilman kulkusuunta olivat päinvastaiset. Ilma imeytyi tällöin perunakerroksen läpi ylhäältä alas tuuletustorviin ja näistä edelleen lietson kautta ulos.

Tuuletukseen käytetty ilma otettiin ulkoa ja sen lämpötila vaihteli +1—+5° C. Sadesäällä tuuletusta ei toimitettu. Lämpötilan ulkona ollessa alle +1° C ilma johdettiin varastosuojaan hallin kautta, missä se lämpeni ennen kuin joutui kosketukseen perunoiden kanssa. Syksyllä perunoita tuuletettiin ensimmäisen kerran heti laarien täyttämisen jälkeen. Myöhemmin lietso pantiin toimimaan vain silloin, kun laareihin sijoitetut perunat alkoivat huomattavasti hikoilla. Tuuletusaika oli n. 10 tuntia ja tuuletuskertojen väli 10—15 vrk.

Kasvitautiosaston ja varuskuntapataljoonan varastosuojia tuuletettiin ilman lietsoa, avatun oven ja katossa tai seinässä olevien tuuletusaukkojen kautta. Tuuletus aloitettiin syksyllä, kun perunat oli pantu varastoon ja lopetettiin, kun varaston lämpötila oli laskenut 2—4° C:n tienoille. Kokeissa käytettyä keskuslämmitystalon talouskellaria ja lämmintä varastohuonetta ei tuuletettu.

Lämpötilan ja kosteuden mittaaminen. Varastosuojien ilman lämpötila mitattiin elohopealämpömittareilla keskimäärin kerran viikossa n. 0.5° C:n tarkkuudella. Kahdessa laarikokeessa mitattiin lisäksi perunoiden lämpötila säilytyskerrosten eri korkeuksilta. Tarkoitukseen käytettiin PYE-galvanometristä n:o 7972 sekä 0.3 mm:n läpimittaisista kupari- ja konstantaanijohdoista valmistettua termoelementtiä. Johdot sijoitettiin perunoiden joukkoon laareja täytettäessä. Laitteella päästiin 0.1° C:n tarkkuuteen.

Varastosuojien ilman suhteellinen kosteus mitattiin syksyllä 1948 hiushygrometreillä, jotka olivat verraten epätarkkoja. Keväästä 1949 lähtien käytettiin tarkoitukseen ASSMANNin psykrometrin periaatteella toimivaa kostea-kuiva-lämpömittariparia. Tämä osoitti ilman suhteellisen kosteuden n. 3 %:n tarkkuudella. Kosteuden mittaaminen suoritettiin 1—2 kertaa kuukaudessa.

Tappioiden määrittäminen. Perunoiden painon väheneminen määritettiin punnitsemalla koeperunat kokeiden alkaessa ja uudelleen kokeiden päättyessä. Jälkimmäisellä kerralla määritettiin lisäksi itujen ja mädäntyneiden perunoiden sekä perunoiden pinnalta karisseen mullan paino. Punnitustarkkuus oli n. 0.1 %.

Kuiva-aineen ja veden häviön tutkimiseksi tehtiin perunoista muutamissa kokeissa kuiva-aineenmäärityksiä. Tutkittavista perunoista otettiin 3.5 kg:n suuruisia näytteitä, jotka pestiin ja jauhettiin lihamyllyllä. Kerrannaisnäytteiden lukumäärä oli eri kokeissa 1—7. Jauhetuista näytteistä punnittiin petrimaljoihin kaksi n. 40 g:n painoista erää, jotka kuivattiin aluksi 70° C:n ja lopuksi 102—105° C:n lämpötilassa vakiopainoon. Menetelmän tarkkuudesta mainittakoon, että erot kerrannaisnäytteiden välillä olivat 0.04—0.62 %-yksikköä sekä samasta jauhetusta näytteestä suoritettujen rinnakkaismääritysten välillä 0—0.22 %-yksikköä.

Kokeillut säilytysaineet.

Agermine: Valmistaja N/V Amsterdamsche Chininefabrick, Amsterdam. Edustaja Suomessa Lejos Oy, Helsinki. Koostumusta ei ilmoitettu. Suositeltu käyttömäärä n. 100 g/100 kg.

Belvitan K: Valmistaja Farbenfabriken Bayer, Leverkusen. Edustaja Suomessa Sören Berner & Co., Helsinki. Sisältää 6 % metyyli-α-naftyylimetyylieetteriä (MNME). Suositeltu käyttömäärä 200 g/100 kg.

Dormatone: Valmistaja American Chemical Paint Company, Ambler, PA., U.S.A. Edustaja Suomessa Oy Tetako Ab, Helsinki. Sisältää 2.2 % α-naftyylietikkahapon metyyliesteriä (MENA). Suositeltu käyttömäärä n. 200 g/100 kg.

Fusarex: Valmistaja Bayer Agriculture Ltd., London. Edustaja Suomessa S. G. Nieminen Oy, Helsinki. Sisältää 3 % 2, 3, 5, 6-tetrakloorinitrobentseeniä (TCNB). Suositeltu käyttömäärä n. 450 g/100 kg.

Ipnogerm: Valmistaja Rhône Poulenc, Paris. Edustaja Suomessa Oy Portator Ab, Helsinki. Sisältää 1.5 % α-naftyylietikkahapon metyyliesteriä (MENA).

Keim-ex: Valmistaja Eduard Gerlach, Lübeck. Edustaja Suomessa Oy Wald. Tefke Ab, Helsinki. Koostumusta ei ilmoitettu. Suositeltu käyttömäärä n. 200 g/100 kg.

Mana: Valmistaja Pan Britannica Industries Ltd., Waldham Abbey. Edustaja Suomessa Sören Berner & Co., Helsinki. α-naftyylietikkahapon metyyliesteri-konsentraatti (MENA). Käyttöä varten aine liuotettiin spriihin ja imeytettiin talkkiin 2-prosenttiseksi valmisteeksi. Suositeltu käyttömäärä vastasi tätä n. 100—400 g/100 kg.

Reposine: Valmistaja N/V Amsterdamsche Chininefabrick, Amsterdam. Edustaja Suomessa Lejos Oy, Helsinki. Koostumusta ei ilmoitettu. Suositeltu käyttömäärä 400—450 g/100 kg.

Tuberite: Valmistaja Plant Protection Ltd., London. Edustaja Suomessa Sören Berner & Co., Helsinki. Sisältää 2.5 % isopropyylikarbamaattia (IPPC). Suositeltu käyttömäärä 100 g/100 kg.

Vana 491: Valmistaja Vihtavuori Oy, Vaasa. Sisältää α-naftyylietikkahapon metyyliesteriä (MENA). Suositeltu käyttömäärä 150 g/100 kg.

Perunan varastoimistappiot ja niiden ehkäiseminen.

Mädäntymistappio.

Perunoiden mädäntymistappio vaihteli eri kokeissa 0—14 %. Useimmiten se supistui varsin vähäiseksi, 3—4 %:n tienoille. Tämä johtui siitä, että koevuosina perunat eivät olleet pahemmin perunaruttosienen saastuttamia kasvu- ja korjuuaikoina vallinneiden kuivien säiden vuoksi. Useat kokeissa käytetyt lajikkeet olivat lisäksi ruttoa hyvin kestäviä. Pilaantumisen aiheuttajina tavattiin perunoissa pääasiallisesti mädättäjäbakteereita sekä eräissä tapauksissa *Fusarium*-sieniä. Perunaruttosientä esiintyi huomattavammin vain kokeessa n:o 9, jossa mädäntymistappio tästä syystä kohosi verraten korkeaksi, 10—12 %:iin. Perunoiden mädäntymistappiot on esitetty taulukoissa 3 (s. 13), 5 (s. 18) ja 6 (s. 19).

Varasto-olosuhteiden merkitys.

Korkean lämpötilan tiedetään edistävän mädäntymistä. Lämpötilan suoranainen vaikutus on kuitenkin verraten vähäinen. Tämä kävi ilmi kokeista n:o 11 ja 14, joissa saman perunaerän säilytystä jatkettiin sadonkorjuusta seuraavan elokuun alkuun saakka. Käsittelemättömien perunoiden mädäntymistappio ei tällöin alkukesän säilytyksessä (korkeassa lämpötilassa) kohonnut 6—7 % suuremmaksi, oltuaan talvisäilytyksessä (alhaisessa lämpötilassa) 2—5 %. Poikkeuksellisen suuriksi tappiot muodostuivat kuitenkin silloin, kun kevättarkastusta ja sen yhteydessä toimitettavaa mädäntyneiden perunoiden poistamista ei suoritettu (koe n:o 6 b). Mädäntyneistä perunoista, niiden ollessa puristuksessa perunakasassa, valuu vettä, joka kastelee ympärillä olevat terveet perunat. Kastuneet perunat sellaisenaan ovat alttiita pilaantumiselle. Lisäksi mädäntyneistä mukuloista tullut vesi on taudinaiheuttajien saastuttamaa. Jos lämpötila tällöin kohoaa, muodostuvat olosuhteet suotuisiksi perunoiden pilaantumiselle. Voidaankin sanoa, että korkea lämpötila vaikuttaa mädäntymistä edistävästi lähinnä silloin, kun perunat ovat syystä tai toisesta märkiä.

Lämpötilan laskiessa alle +7—+8° C:n alkaa perunoiden maku imeltymisen vuoksi huonontua. Alle +3° C:ssa imeltyminen on hyvin voimakasta ja ÷1—÷3° C:ssa perunat paleltuvat. Tämän mukaan ruokaperunoiden varastoimislämpötilan tulisi olla +7—+8° C. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, ettei perunoiden pitkäaikainen säilyttäminen näin korkeassa lämpötilassa onnistu ilman suuria tappioita. Pohjoismaisissa oppi- ja käsikirjoissa onkin päädytty siihen, että perunavarastojen edullisin lämpötila on +3—+5° C:n tienoilla (Esbo ym. 1950, Fredriksen 1944, Sauli 1941). Imeltyminen on tällöin hyvin lievää ja häviää, kun perunat siirretään ennen käyttöä lämpimämpään säilytyspaikkaan.

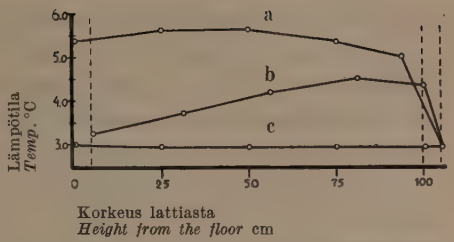
Suurissa erissä perunoiden lämpötila kohoaa varaston ilman lämpötilaa huomattavasti korkeammaksi. Tällöin jälkimmäinen saanee vaaratta laskea jonkin verran alle +3° C:n. Kokeesta n:o 5 suoritetut havainnot tukevat tätä käsitystä (kuva 2). Vain laarien päällimmäisten perunoiden lämpötila oli lähes yhtä alhainen kuin varaston ilman.

Syksyllä sadonkorjuun jälkeen perunat ovat ohutkuorisia ja sellaisina huonosti säilyviä. Kuoren paksuntuminen tapahtuu parhaiten verraten korkeassa lämpötilassa. Sen vuoksi varaston jäähdyttämistä syksyisin ei pidä suorittaa kovin nopeasti.

Varastojen lämpötilan muutokset tapahtuvat tuuletuksen sekä seinien ja katon läpi johtuvan lämmön vaikutuksesta. Kuten edellä osoitettiin, on liian korkeasta lämpötilasta haittaa syksyisin, keväisin ja varsinkin kesällä (taulukko 2). Lämpötilan alentamiseksi tuuletetaan varastoja silloin, kun ulkoilma on varaston ilmaa viileämpää; lämpiminä vuodenaikoina tämä tapahtuu öisin. Sähkökäyttöisellä lietsolla tuuletus saadaan hyvin

tehokkaaksi. Lietson toiminta, samoin kuin tuuletusaukkojen avautuminen ja sulkeutuminen, voidaan säätää automaattiseksi. Tarkoitusta varten on kehitetty erilaisia laitteita, joista mm. EDGAR (1947), EMILSSON ym. (1951) ja HOLMQVIST (1951) tekevät selkoa. Eräitä näiden periaatteiden mukaan toimivia tuulettajia nimitetään Ruotsissa Koldär-laitteiksi.

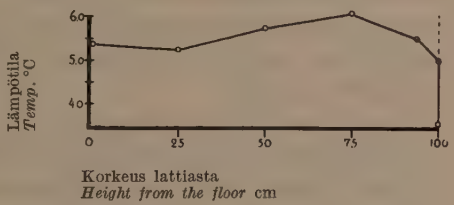
Liian alhaiseksi varaston lämpötila saattaa alentua talvella. Tämän ehkäisemiseksi varaston tulee olla riittävän hyvin lämpöeristetty tai lämmityslaitteella varustettu. Kokeesta n:o 6a suoritetut havainnot viittaavat siihen, että perunoiden paleltumisvaaraa voidaan jonkin verran torjua peittämällä laarit tyhjillä paperisäkeillä pahimman pakkaskauden ajaksi. Täten menetellen perunoiden lämpötila pysyi aivan laarien pinnassakin varaston ilman lämpötilaa korkeampana (kuva 3). On kuitenkin selvää, että tällainen tulee kysymykseen vain tilapäistoimenpiteenä.



a = lämpötila välipohjattomissa laareissa (ilman koneellista tuuletusta) *temperature in bins without slatted board (without electric ventilation)*; b = lämpötila välipohjallisissa laareissa (ilman koneellista tuuletusta) *temperature in bins with slatted board (without electric ventilation)*; c = lämpötila käytävällä *temperature in work alley.*

Kuva 2. Keskimääräinen lämpötila varastosuojan eri korkeuksilla (koe n:o 5).

Figure 2. Mean temperature at different heights of storage house (Experiment no. 5).



Kuva 3. Lämpötila paperilla peitetyissä laareissa (koe n:o 6a 20. 2. 1951).

Figure 3. Temperature in bins covered with paper (Experiment no. 6a Feb. 20 1951).

Meidän ilmanalassamme varastot on edullisinta rakentaa maan alle. »Maakellarit» ovat pakkasta vastaan helposti eristettävissä. Toisaalta ne eivät keväällä ja kesällä lämpene niin voimakkaasti kuin maanpäälliset varastosuojat.

Kosteus edistää mädäntymistä, kuten edellä jo ilmeni. Kosteuden haitallinen vaikutus oli hyvin selvä laarien pintaosissa, joissa tapahtui ilman vesihöyryn tiivistymistä ja perunat kastuivat (vrt. kuva 4, s. 15). Varastoilman korkea suhteellinen kosteus ei kuitenkaan sellaisenaan vaikuttanut haitallisesti. Niinpä laatikkokokeissa perunat sällyivät hyvin, vaikka varastoilman suhteellinen kosteus kohosi eräissä tapauksissa 97 %:iin saakka. Voidaankin sanoa, että kosteus muodostuu haitalliseksi vasta silloin, kun perunat kastuvat varastossa tai ovat syystä tai toisesta jo alunperin märkiä.

Kosteuden ehkäisemiseksi on otettava huomioon lähinnä seuraavat näkökohdat:

a. *Perunoiden on oltava varastoon pantaessa kuivia.* Sadesäällä tai mä-

rästä maasta korjatut perunat täytyy ennen varastoimista levittää kuivumaan ohuihin kerroksiin esim. ladon lattialle.

b. *Veden tunkeutuminen varastoon on estettävä.* Sadeveden varalta varastossa tulee olla vedenpitävä katto. Maassa virtaavien vesien ja pohjaveden pääsy kellariin ehkäistään ojituksella.

c. *Mädäntyneet ja paleltuneet, vettä valuvat perunat on ajoissa poistettava varastosta.* Tämän tulee tapahtua viimeistään keväällä, lämpötilan alkaessa kohota.

d. *Varastoilman vesihöyryn (kosteuden) tiivistyminen vedeksi on estettävä.* Syynä vesihöyryn tiivistymiseen on lähinnä lämpötilaerojen muodostuminen varaston eri osien välille. Niinpä perunoiden pinnalle tiivistyy vettä laarin yläosassa, jos lämpötila laarin sisällä huomattavasti kohoaa. Laarin sisäosissa lämmennyt, runsaasti vesihöyryä sisältävä ilma jäähtyy tällöin kohotessaan laarin pintakerroksiin. Jäähdyttyään se ei enää pysty pidättämään kaikkea sisältämäänsä vesihöyryä, vaan osa siitä tiivistyy vedeksi päällimmäisten perunoiden pinnalle — perunat hikoilevat. Varastosuojan kattoon, seiniin, tuuletustorviin ja ovenpieliin tiivistyy vettä (tai huurretta) talvella, kun ne jäähtyvät liikaa. Tällaista tapahtuu myös keväällä ulkoilman lämmetessä.

Lämpötilaerojen muodostumista ja siitä johtuvaa vesihöyryn tiivistymistä ehkäistään tuuletuksella. Kylmimpänä vuodenaikana tuuletukseen ei voida käyttää ulkoilmaa sellaisenaan, vaan tämä on ensin lämmitettävä. Lämmitys tapahtuu johtamalla ilma varastosuojaan lämmityslaitteella varustetun eteisen tai hallin kautta. Toinen keino lämpötilaerojen tasoittamiseksi on ns. ilmankierron järjestäminen. Tämä merkitsee sitä, että tuuletukseen ei käytetä ulkoilmaa, vaan sen asemesta varaston sisällä oleva ilma pannaan kiertämään. Ilmankiertoa voidaan, kuten tuuletustakin, tehostaa koneellisin laittein (sähkökäyttöisellä lietsolla). Perunoiden lämpenemisen ja tästä johtuvan hikoilun estämiseksi ilmavirta ohjataan välipohjan tai tuuletustorvien kautta laareihin. Myös laarien rakenteen ja suuruuden oikealla järjestelyllä voidaan perunoiden lämpenemistä ehkäistä, kuten kappaleessa »Säilytystapojen merkitys» (s. 14) lähemmin selostetaan. Veden tiivistyminen seiniin estetään johtamalla ilmavirta seinien sisään tarkoitusta varten tehtyyn ilmaväliin taikka parantamalla seinien lämpöeristystä. Viimeksi mainittu koskee myös varastosuojan kattoa. Katon hikoileminen on haitallisempaa kuin seinien, sillä katosta vesi pääsee tippumaan perunoiden päälle. Sen vuoksi katto pitäisi varustaa paremmalla lämpöeristyksellä kuin seinät. Voidaan myös menetellä siten, että jätetään vartavasten jokin seinäosa heikosti eristetyksi (Edgar 1938, 1947). Tällöin vesihöyry tiivistyy eristämättömään seinäosaan eikä kattoon. Pahimmissa tapauksissa katosta tippuva vesi täytyy johtaa esim. aaltopeltejä pitkin laarien kohdalta syrjään.

Taulukko 3. Tappiot perunan laarisäilytyskokeissa (prosentteina perunoiden alkuperäisestä painosta). Kokeissa n:o 1, 2, 3 ja 4 käytetty koneellista tuuletusta; kokeet 5 ja 6 ilman koneellista tuuletusta. Käsittely säilytysaineilla toimitettu taulukossa ilmoitettuna kokeen aloittamispäivänä.

Table 3. Losses during storage of potatoes in bins (per cent of the original weight of potatoes). Experiments nos. 1, 2, 3, and 4 with electric ventilation; Experiments nos. 5 and 6 without electric ventilation. Treatment with chemicals on the day the experiment was begun.

Käsittely — *Treatment*	Laarin korkeus *Height of bin* cm.	Painotappio *Weight loss* %	Itämistappio *Sprouting loss* %	Mädäntymistappio *Rotting loss* %	Kokonaistappio *Total storage loss* %
K o e — *Experiment* no. **1** (11/10 1948—18/5 1949)	Keskil. — *Aver. temp.* 4.6°C; kost. — *humid.* 90 %				
Ilman tuuletusta — *Unventilated*	70	6.7	1.5	5.1	13.3
» » »	110	4.2	4.4	6.7	15.3
Työntötuuletus — *Pressure ventilation*	70	8.8	0.1	4.1	13.0
» » »	110	5.6	1.1	3.7	10.4
» » »	150	6.5	1.3	4.3	12.1
K o e — *Experiment* no. **2** (12/10 1948—20/5 1949)	Keskil. — *Aver. temp.* 4.6°C; kost. — *humid.* 90 %				
Imutuuletus — *Suction ventilation*	70	8.6	0.1	1.7	10.4
» » »	110	7.0	0.7	1.3	9.0
» » »	150	4.9	1.2	1.2	7.3
K o e — *Experiment* no. **3** (15/11 1949—15/4 1950)	Keskil. — *Aver. temp.* 3.6°C; kost. — *humid.* 85 %				
Ilman tuuletusta — *Unventilated*	100	2.7	0.3	7.6	10.6
Työntötuuletus — *Pressure ventilation*	100	3.6	0	3.6	7.2
Imutuuletus — *Suction ventilation*	100	3.6	0	3.8	7.6
Säilytys laatikoissa — *Storage in boxes*	(20)	3.1	0	2.2	5.3
K o e — *Experiment* no. **4** (12/10 1948—28/5 1949)	Keskil. — *Aver. temp.* 4.8°C; kost. — *humid.* 90 %				
Käsittelemätön — *Untreated*	110	7.0	2.4	3.6	13.0
Fusarex 500 g/100 kg	110	4.6	0.1	2.5	7.2
Mana 250 g/100 kg	110	4.6	1.0	5.1	10.7
K o e — *Experiment* no. **5** (10/11 1950—24/4 1951)	Keskil. — *Aver. temp.* 2.9°C; kost. — *humid.* 90 %				
Ilman välipohjaa: — *Without slatted board:*					
Käsittelemätön — *Untreated*	100	3.2	0.2	1.2	4.6
Fusarex 300 g/100 kg	100	3.1	0	0.9	4.0
Välipohjan kanssa: — *With slatted board:*					
Käsittelemätön — *Untreated*	100	3.7	0	0.4	4.1
Fusarex 300 g/100 kg	100	3.7	0	0.5	4.2
Säilytys laatikoissa — *Storage in boxes*	(30)	4.8	0	0.2	5.0
K o e — *Experiment* no. **6 a** (1/12 1950—5/6 1951)	Keskil. — *Aver. temp.* 5.5°C; kost. — *humid.* 80 %				
Käsittelemätön — *Untreated*	100	9.0	7.3	6.9	23.2
Fusarex 300 g/100 kg	100	5.3	0.1	6.8	12.2
Belvitan K 200 g/100 kg	100	5.3	0	7.2	12.5
» 300 g/100 kg	100	5.5	0	6.5	12.0
Agermine 125 g/100 kg	100	8.4	5.0	6.8	20.2
Reposine 450 g/100 kg	100	5.6	0.1	6.3	12.0
K o e — *Experiment* no. **6 b** (1/12 1950—15/7 1951)	Keskil. — *Aver. temp.* 7.3°C; kost. — *humid.* 80 %				
Fusarex 300 g/100 kg	100	9.1	0.6	12.3	22.2
Belvitan K 200 g/100 kg	100	9.1	0.6	13.8	23.5
Reposine 450 g/100 kg	100	9.3	0.8	10.4	20.5

Säilytystapojen merkitys.

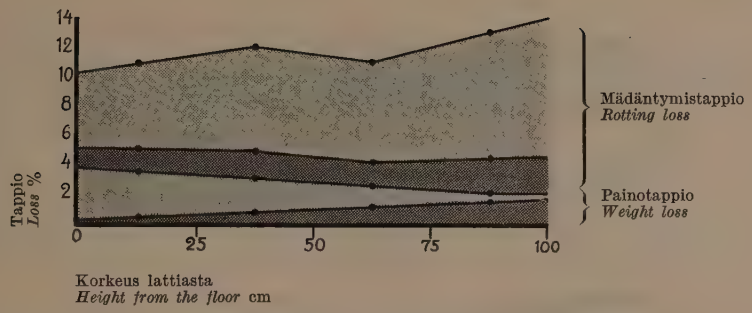
Säilytystavoilla tarkoitetaan tässä laarien (ja laatikoiden) rakennetta, suuruutta ym. perunoiden sijoittamiseen varastossa liittyviä kysymyksiä.

Suoritetuissa kokeissa mädäntymistappio muodostui korkeassa laarissa suuremmaksi kuin matalassa (taul. 3, koe n:o 1). Tuuletustorvia pitkin laariin ohjattu koneellinen tuuletus ehkäisi mädäntymistä ja poisti suurimmaksi osaksi säilytyskerroksen korottamisen vaikutuksen (kokeet n:o 1 ja 2). Tuuletuksen teho oli tuuletustorvien alkupäiden kohdalla hiukan voimakkampi kuin torvien loppupäiden kohdalla (taul. 4, koe n:o 3). Työntö- ja imutuuletuksen vaikutuksessa ei todettu eroa (koe n:o 3). Mainittakoon, että jälkimmäinen menetelmä lienee ulkomailla tuntematon. Laarin alle tehty välipohja vaikutti samansuuntaisesti kuin koneellinen tuuletus, joskaan ei yhtä tehokkaasti (koe n:o 5). Laatikoissa perunat säilyvät hiukan paremmin kuin laareissa (kokeet n:o 3 ja 5).

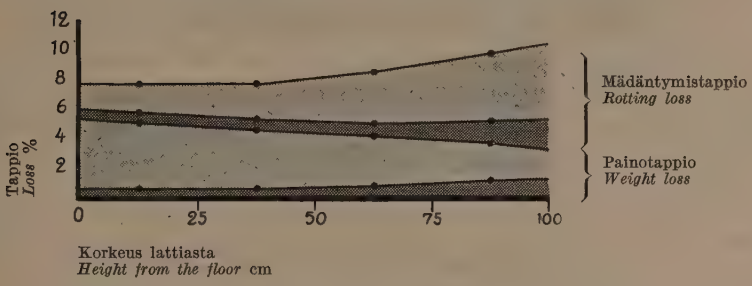
Taulukko 4. Tappiot laarien eri sivuilla.
Table 4. Losses at different sides of bins.

Laarin osa *Part of bin*	Kerrannaisten lukumäärä *Number of replicates*	Painotappio *Weight loss* %		Mädäntymistappio *Rotting loss* %	
		Koe *Experiment no. 3*	Koe *Experiment no. 5*	Koe *Experiment no. 3*	Koe *Experiment no. 5*
Koko laari — *The whole bin*	48—64	3.69	3.41	3.66	0.65
Keskiosa — *Middle part*	16—32	3.46	2.97	4.22	1.04
Tiiliseinän puoleinen reuna — *Next to the brick wall*	16	3.89	—	3.00	—
Lautaseinän puoleinen reuna — *Next to the wooden wall*	16	3.84	3.56	3.67	0.53
Betoniseinän puoleinen reuna — *Next to the concrete wall*	16	—	3.64	—	0.57
Tuuletustorvien alkupään kohta — *Next to the starting point of ventilating flues*	32	3.71	—	3.56	—
Tuuletustorvien loppupään kohta — *Next to the end of ventilating flues*	32	3.51	—	3.69	—

Laarien eri kerroksissa mädäntyminen oli pinnalla voimakkainta ja pohjalla heikointa (kuvat 4 ja 5). Tämä johtui ilmeisesti siitä, että säilytyskerroksen sisällä kehittyi lämpöä (kuvat 2 ja 3), mikä aiheutti perunoiden hikoilua laarien pintaosissa. Hikoilu muodostui sitä voimakkaammaksi, mitä korkeampi säilytyskerros oli. Matalimmissa laareissa (70 cm) sitä ei enää sanottavasti tapahtunut. Välipohja heikensi hikoilua, ja koneellinen tuuletus poisti sen ajoittain kokonaan. Säilytyskerros saa siis välipohjallisissa laareissa olla hiukan korkeampi kuin välipohjattomissa ja koneellisesti tuuletetuissa huomattavasti korkeampi kuin tuulettamattomissa. Miten korkeaksi säilytyskerros voidaan ilman huomattavaa mädäntymisvaaraa tehdä,



Tuulettamaton laari — *Unventilated bin*



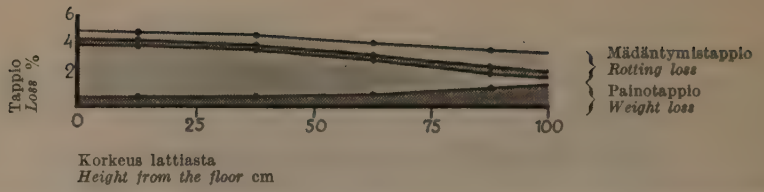
Koneellisesti tuuletettu laari — *Bin ventilated with electric fan*

Kuva 4. Tappiot laarien eri korkeuksilla (koe n:o 3). Vaalealla varjostettu = veden osuus ja tummalla varjostettu = kuiva-aineen osuus tappiosta.

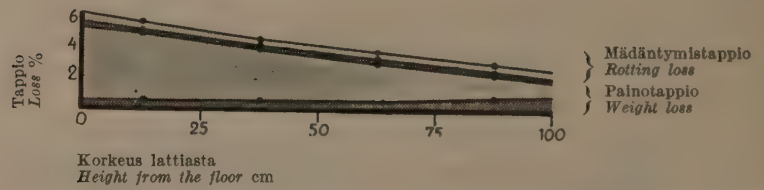
Figure 6. Losses at different heights of bins (Experiment no. 3). Light shade = proportion of water , and dark shade = proportion of dry matter in the loss.

riippuu myös varasto-olosuhteista, säilytysajasta ja perunoiden lepotilasta (vrt. s. 20). On sen vuoksi vaikeata esittää tarkkoja ohjeita säilytyskerroksen korkeuden määräämiseksi. Kussakin yksityistapauksessa on nojauduttava kokemukseen ja tehtävä säilytyksen aikana havaintoja perunoiden hikoilemisesta. Syksyllä ja alkutalvesta, jolloin perunat ovat lepotilassa, niiden tiedetään säilyvän tyydyttävästi vielä 2—3 m:n korkuisissa laareissa. Kevättalvella ja keväällä, perunoiden saavutettua itämiskypsyytensä, alkaa perunoiden hengitys kiihtyä ja tästä johtuen lämpötila laareissa kohota. Sen vuoksi säilytyskerros ei enää saa olla niin korkea kuin syksyllä ja alkutalvesta. Tässä selostetut kokeet osoittavatkin, että jatkettaessa säilytystä huhti—toukokuuhun saakka on edullista rajoittaa välipohjattomien laarien korkeus 70 cm:iin, välipohjallisten 100 cm:iin ja koneellisesti tuuletettavien 150 cm:iin.

Hyvin korkeisiin kerroksiin perunoita ei voida panna siitä syystä, että perunakerros sellaisenaan painaa alimpana olevia mukuloita. Nämä saattavat tällöin voimakkaan puristuksen vuoksi vioittua mekaanisesti. Tällaista tapahtuu esim. laivoissa, joihin perunat on tapana lastata jopa useiden



Välipohjaton laari (ilman koneellista tuuletusta) - *Bin without slatted board (without electric ventilation)*



Välipohjallinen laari (ilman koneellista tuuletusta) - *Bin with slatted board (without electric ventilation)*

Kuva 5. Tappiot laarien eri korkeuksilla (koe n:o 5). Vaalealla varjostettu = veden osuus tummalla varjostettu on kuiva-aineen osuus tappiosta.

Figure 7. *Losses at different height of bins (Experiment no. 5). Light shade = proportion of water, and dark shade = proportion of dry matter in the loss.*

metrien korkuisiin kerroksiin. Kasvitautiosastolle on saatu näytteitä tällaisista laivan ruumassa mekaanisesti vioittuneista perunoista (vrt. myös Burton 1948, Rose ja Cook 1949).

Laarien reunoilla mädäntymistappio oli pienempi kuin keskellä (taulukko 4). Tämä johtui siitä, että reunoilla lämpötilan kohoaminen oli vähäistä eikä hikoilua tapahtunut. Reunavaikutus oli hyvin selvä laarien pintaosissa ja ulottui n. 40 cm:n etäisyydelle. Tämän mukaan perunoiden lämpenemistä ja hikoilemista sekä tästä johtuvaa mädäntymistä voidaan huomattavasti ehkäistä jakamalla laarit väliseinin 80 cm:n (2 × 40 cm:n) levyisiin osiin. Tällaisia ohjeita onkin useissa oppi- ja käsikirjoissa esitetty. Niinpä Ailio (1919) pitää laarien leveyden rajoittamista paljon tärkeämpänä kuin korkeuden rajoittamista. Stuartin (1937) mukaan koneellinen tuuletus voidaan korvata jakamalla laarit väliseinin 10 neliöjalan (= 0.9 m^2) suuruisiin osiin. Mitä koneellisesti tuuletettavien laarien kokoon tulee, on se riippuvainen mm. tuuletustorvien rakenteesta ja sijoituksesta. Suoritetuissa kokeissa torvet johtivat ilmavirran verraten tasaisesti laarien eri osiin, torvien loppupäiden kohdalla kuitenkin hiukan heikompana kuin alkupäiden kohdalla. Tämän mukaan laarien koko ei saisi torvien pituussuunnassa huomattavasti ylittää suurimpien koelaarien mittoja, jotka olivat 390 cm:n pituisia.

Laarien seinien laadulla ei kokeissa todettu olleen vaikutusta. On kuitenkin selvää, että laarin rajoittumisella suoraan varaston ulkoseinään on

epäedullinen vaikutus, jos seinä on huonosti eristetty. Sama koskee varastosuojan lattiaa. Suoritetuissa kokeissa välipohjattomat laarit rajoittuivat varaston betonilattiaan, joka kuitenkin oli hyvin eristetty. Perunoiden lämpötila oli lattian lähellä alhaisempi kuin laarien sisäosissa. Myös mädäntymistappio oli lattian lähellä pieni, kuten edellä mainittiin. Luultavasti ilma pääsi lattian pinnassa, kuten seinienkin kohdalla, hiukan vaihtumaan. On selvää, että välipohjallisten laarien alla ilman vaihtuminen on hyvin voimakasta. Jos taas laarit rajoittuvat maalattiaan, johon perunat painuvat tiiviisti, supistuu ilmanvaihto laarien pohjalla hyvin vähäiseksi.

Pienimmin mädäntymistappioin päästäisiin sijoittamalla perunat laatikoihin. Tällainen säilytystapa tulee kuitenkin niin kalliiksi, ettei sitä voida käyttää suurten perunaerien säilyttämisessä. Mainittakoon, että maassamme aikaisemmin suoritetut perunan varastoimistutkimukset on tehty laatikkokokeina (Simola 1931, Laurila 1935, Lähde 1938). Kasvitautiosaston keräämät tiedot mädäntymistappioista (Jamalainen 1938 ja Ollila 1947) perustuvat kuitenkin paitsi kokeisiin myös viljelijöiden varastoissa tehtyihin havaintoihin ja kiertokyselyyn.

Säilytysaineiden merkitys.

Säilytysaineet eivät kokeissa vaikuttaneet perunoiden mädäntymistappioon. Tosin vähäisiä eroja havaittiin, mutta ne eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Poikkeuksen muodosti vain koe n:o 14 (taulukko 6), jossa Fusarexilla ja Belvitan K:lla käsiteltyjen perunoiden mädäntymistappio oli 2—4 %-yksikköä pienempi kuin käsittelemättömien. Fusarexin, Belvitanin ja Reposinen valmistajat ilmoittavat mainoskirjoituksissaan näiden aineiden ehkäisevän *Fusarium*-sienten aiheuttamaa mädäntymistä varastoiduissa perunoissa. Englannissa Fusarexilla suoritetut tutkimukset ovat osoittaneetkin tämän paikkansapitäväksi (Foister ja Wilson 1950). Käsittelyn tulee *Fusarium*-mädän torjumiseksi tapahtua sadonkorjuun yhteydessä. Lisäksi perunat pitää peittää käsittelyn jälkeen vähintään muutaman viikon ajaksi. Kasvitautiosastolla suoritetuista kokeista vain kahdessa (n:o 9 ja 10, taul. 5) käsittely oli toimitettu heti sadonkorjuun yhteydessä, eikä laatikoita tällöin peitetty. Kun kuitenkin kokeiltavana olleet aineet eivät tehoa perunaruttosientä vastaan ja kun *Fusarium*-sienten merkitys näyttää meillä olevan vähäinen esim. Englannin olosuhteisiin verrattuna, voidaan päätellä, että nykyisin käytettävänä olevilla säilytysaineilla ei oloissamme ole merkitystä perunoiden mädäntymisen torjunnassa[1]).

[1]) Vaikka säilytysaineet eivät estä mädäntymistä varsinaisen varastoimiskauden aikana, ne estäessään itämisen pidentävät perunoiden elinikää. Käsittelemättömät, itäneet perunat alkavat varastoimiskautta seuraavana syksynä mädäntyä. Sen sijaan säilytysaineilla käsitellyt, itämättömät perunat saattavat säilyä terveinä jopa seuraavan talven yli. Tämä todettiin Tuberite-valmisteella suoritetussa kokeessa. Käytännöllistä merkitystä perunoiden säilytyksen kannalta ei tällä toteamuksella kuitenkaan liene.

Taulukko 5. Tappiot talven kuluessa laatikkokokeissa.
A = perunat peittämättä; B = perunat peitetty tyhjillä paperisäkeillä. Käsittely säilytysaineilla toimitettu taulukossa ilmoitettuna kokeen aloittamispäivänä.

Table 5. Losses during winter with storage in boxes.
A = potatoes uncovered; B = potatoes covered with empty paper sacks. Treatment with chemicals on the day the experiment was begun.

Käsittely — *Treatment*	Painotappio *Weight loss* %	Itämistappio *Sprouting loss* %	Mädäntymistappio *Rotting loss* %	Kokonaistappio *Total storage loss* %
K o e — *Experiment* no. **7** (10/10 1948—30/5 1949)	Keskil.— *Aver. temp.* 4.8°C; kost. — *humid.* 90 %			
A Käsittelemätön — *Untreated*	5.7	0.2	3.9	9.8
A Fusarex 500 g/100 kg	5.7	0	2.4	8.1
A Keim-Ex 200 g/100 kg	5.7	0	2.3	8.0
A Mana 250 g/100 kg	5.7	0.1	3.0	8.8
Merkitsevä ero — *Significant difference*	**0.20**	**0.04**	**1.35**	
K o e — *Experiment* no. **8** (18/10 1948—30/5 1949)	Keskil.— *Aver. temp.* 4.8°C; kost. — *humid.* 90 %			
A Käsittelemätön — *Untreated*	6.0	0.7	0.5	7.2
A Fusarex 500 g/100 kg	5.9	0.4	0.4	6.7
Merkitsevä ero — *Significant difference*	**0.34**	**0.05**	**0.93**	
K o e — *Experiment* no. **9** (29/9 1948—2/5 1949)	Keskil.— *Aver. temp.* 4.5°C; kost. — *humid.* 90 %			
A Käsittelemätön — *Untreated*	5.6	0	10.1	15.7
A Fusarex 500 g/100 kg	5.5	0	11.8	17.3
Merkitsevä ero — *Significant difference*	**0.34**	**0**	**1.42**	
K o e — *Experiment* no. **10** [illegible] (30/9 1948—2/5 1949)	Keskil. - *Aver. temp.* 4.5°C; kost. — *humid.* 90 %			
A Käsittelemätön — *Untreated*	5.5	0	1.5	7.0
A Fusarex 500 g/100 kg	5.5	0	1.5	7.0
Merkitsevä ero — *Significant difference*	**0.15**	**0**	**0.66**	
K o e — *Experiment* no. **11** (15/11 1949—15/4 1950)	a) Keskil. — *Aver. temp.* 3.7°C; kost. — *humid.* 96 %			
A Käsittelemätön — *Untreated*	2.2	0	3.0	5.2
B » »	2.1	0	4.2	6.3
Merkitsevä ero — *Significant difference*	**0.22**	**0**	**1.84**	
	b) Keskil.—*Aver. temp.* 3.6°C; kost.—*humid.* 88 %			
A Käsittelemätön — *Untreated*	3.1	0	2.2	5.3
A Belvitan K 200 g/100 kg	3.0	0	2.1	5.1
A Fusarex 500 g/100 kg	2.9	0	2.6	5.5
B Käsittelemätön — *Untreated*	2.7	0	2.5	5.2
B Belvitan K 200 g/100 kg	2.7	0	2.4	5.1
B Fusarex 500 g/100 kg	2.6	0	2.6	5.2
Merkitsevä ero — *Significant difference*	**0.12**	**0**	**0.81**	
	c) Keskil.—*Aver. temp.* 4.8°C; kost.—*humid.* 74 %			
A Käsittelemätön — *Untreated*	6.1	0	4.5	10.6
B » »	4.6	0	3.1	7.7
Merkitsevä ero — *Significant difference*	**0.22**	**0**	**1.17**	

Taulukko 6. Tappiot alkukesän kuluessa laatikkokokeissa. A = perunat peittämättä; B = perunat peitetty tyhjillä paperisäkeillä. Käsittely säilytysaineilla toimitettu taulukossa ilmoitettuna kokeen aloittamispäivänä, lukuunottamatta tapauksia (koe 14 b), joissa käsittelypäivä on mainittu erikseen.

Table 6. Losses during early summer with storage in boxes. Treatment with chemicals on the day the experiment was begun, except for the cases (Experiment 14) where the date of treatment is separately mentioned.

Käsittely — *Treatment*	Painotappio *Weight loss* %	Itämistappio *Sprouting loss* %	Mädäntymistappio *Rotting loss* %	Kokonaistappio *Total storage loss* %
K o e — *Experiment* no. **12** (30/3—20/7 1949) Keskil.— *Aver. temp.* 8.5°C; kost. — *humid.* 97 %				
A Käsittelemätön — *Untreated*	4.1	12.7	0.5	17.3
A Mana 250 g/100 kg	3.8	10.0	0.8	14.6
B Käsittelemätön — *Untreated*	2.9	9.6	1.5	14.0
B Mana 250 g/100 kg	2.6	6.4	2.0	11.0
Merkitsevä ero — *Significant difference* ...	**0.20**	**1.74**	**1.31**	
K o e — *Experiment* no. **13** (30/3—20/7 1949) a) Keskil.—*Aver. temp.* 9.2°C; kost.—*humid.* 80 %				
A Käsittelemätön — *Untreated*	9.3	7.3	6.5	23.1
A Mana 250 g/100 kg	8.1	3.6	9.3	21.0
B Käsittelemätön — *Untreated*	8.0	11.0	6.1	25.0
B Fusarex 500 g/100 kg	5.0	0.1	6.1	11.2
B Mana 250 g/100 kg	6.4	3.5	7.9	17.8
B Mana 125 g/100 kg	7.0	4.0	6.5	17.5
B Mana 125 g/100 kg [1]	6.4	4.0	7.3	17.7
B Vana 491 150 g/100 kg	7.0	4.4	6.0	17.4
Merkitsevä ero — *Significant difference* ...	**0.29**	**1.44**	**1.57**	
b) Keskil.—*Aver. temp.* 13.2°C; kost.—*humid.* 80 %				
B Käsittelemätön — *Untreated*	14.0	12.0	4.3	30.3
B Mana 250 g/100 kg	9.5	1.6	8.4	19.5
Merkitsevä ero — *Significant difference* ...	**0.34**	**2.25**	**1.96**	
K o e — *Experiment* no. **14** (15/4—1/8 1950)[2] a) Keskil. —*Aver. temp.* 9.3°C; kost.—*humid.* 97%				
B Käsittelemätön — *Untreated*	2.6	9.7	5.7	16.9
B Fusarex 500 g/100 kg	1.5	0	3.8	4.4
Merkitsevä ero — *Significant difference* ...	**0.21**	**0.54**	**1.49**	
b) Keskil.—*Aver. temp.* 10.4°C; kost.—*humid.* 85%				
A Käsittelemätön — *Untreated*	6.7	9.3	6.9	22.9
A Belvitan K 200 g/100 kg	6.2	6.6	5.6	18.4
A Fusarex 500 g/100 kg	3.4	1.6	2.5	7.5
B Käsittelemätön — *Untreated*	6.7	9.2	6.8	22.7
B Belvitan K 200 g/100 kg	3.8	1.9	4.9	10.6
B » » (15/11 1949) ...	4.2	2.7	4.0	10.9
B Dormatone 200 g/100 kg	4.7	2.0	7.1	13.8
B Fusarex 500 g/100 kg	3.2	0.1	5.1	8.4
B » » (15/11 1949)	3.1	0	3.8	6.9
Merkitsevä ero — *Significant difference* ...	**0.21**	**0.29**	**0.84**	
K o e — *Experiment* no. **16** (24/4—2/8 1951) Keskil.— *Aver. temp.* 9.7°C; kost. — *humid.* 93%				
B Käsittelemätön — *Untreated*	8.6	18.0	0	26.6
B Belvitan K 200 g/100 kg	3.7	0.2	0.1	4.0
B Fusarex 300 g/100 kg	3.7	0.5	0.6	4.8
B Ipnogerm 300 g/100 kg	5.3	3.2	0	8.5
B Reposine 400 g/100 kg	3.6	0.4	0	4.0
B Tuberite 100 g/100 kg	3.5	0	0.7	4.2
Merkitsevä ero — *Significant difference* ..	**0.37**	**0.50**	**0.65**	

[1]) Imeytetty paperisilppuun. — *In shredded paper impregnated.*
[2]) Jatkoa kokeeseen n:o 11. — *Continuation of Experiment no. 11.*

Mainittakoon, että Ruotsissa suoritetuissa kokeissa on Fusarexilla käsiteltyjen perunoiden mädäntymistappio ollut keskimäärin 0.8 %-yksikköä pienempi kuin käsittelemättömien (Emilsson ym. 1951). Ero on merkityksetön ja tukee edellä esitettyä päätelmää.

Itämistappio.

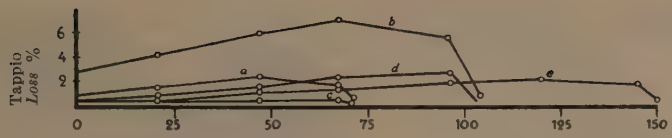
Varasto-olosuhteiden merkitys.

Perunat tulevat itämiskykyisiksi n. 2—3 kuukauden kuluttua sadonkorjuusta. Lepokausi, so. aika, jonka perunat säilyvät itämättöminä, on aikaisilla lajikkeilla jonkin verran lyhyempi kuin myöhäisillä (Emilsson 1949). Ratkaisevimmin itujen puhkeamiseen kuitenkin vaikuttaa varaston lämpötila. Mitä korkeampi tämä on, sitä aikaisemmin itäminen alkaa. Lukuisat ulkomailla tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että perunoita ei sellaisenaan voida säilyttää kesän yli ilman huomattavia itämistappioita. Tämä on meilläkin tunnettua, joskaan itämistappioiden suuruutta ei oloissamme ole tutkittu.

Kasvitautiosastolla suoritetuissa kokeissa perunoiden itäminen alkoi useimmiten toukokuun lopulla, korkeissa laareissa ja hyvin lämpimissä säilytysolosuhteissa jo aikaisemmin (kuvat 6 ja 7). Itäminen oli sitä voimakkaampaa, mitä korkeampi oli säilytyspaikan lämpötila ja mitä pitempään säilytys jatkui. Kesä—heinäkuun vaihteeseen mennessä idut kehittyivät 5—15 cm:n ja heinä—elokuun vaihteeseen mennessä 10—40 cm:n mittaisiksi. Itujen paino vastasi edellisessä tapauksessa n. 5 % ja jälkimmäisessä n. 10 % perunoiden painosta, hyvin lämpimissä varastoissa kuitenkin vielä huomattavasti enemmän.

Keskimääräisen itämistappion selvittämiseksi suoritettiin kasvitautiosaston toimesta kesä—heinäkuun vaihteessa 1952 tutkimuksia myös viljelijöiden varastoissa. Tulokset esitetään alla olevassa yhdistelmässä.

kellarin sijainti	tutkittujen kellarien lukumäärä	lämpötila 19/6—10/7 °C	itujen paino % perunoiden painosta
etelärinteessä, kokonaan maan alla	6	10.2	3.3
» osittain » »	8	10.5	4.3
pohjoisrinteessä, kokonaan maan alla ..	3	9.0	1.0
» osittain » » ..	7	9.8	1.1
tasamaalla, kokonaan maan alla.....	1	6.0	0
» osittain » »	3	11.4	5.1
» kokonaan » päällä	1	16.0	7.0
	yhteensä	keskim.	keskim.
	29	10.2	2.9



Korkeus lattiasta
Height from the floor cm

a = laarin korkeus — *height of bin* 70 cm, ilman tuuletusta — *without ventilation;*
b = laarin korkeus — *height of bin 110 cm,* ilman tuuletusta — *without ventilation;*
c = laarin korkeus — *height of bin* 70 cm, koneellisesti tuuletettu — *ventilated with electric fan;*
d = laarin korkeus — *height of bin* 110 cm, koneellisesti tuuletettu — *ventilated with electric fan;*
e = laarin korkeus — *height of bin* 150 cm, koneellisesti tuuletett — *wentilated with electric fan.*

Kuva 6. Itämistappio (itujen paino % perunoiden alkuperäisestä painosta) laarien eri korkeuksilla talvella (koe n:o 1).

Figure 4. Sprouting loss (weight of the sprouts percentage of the original weight of potatoes) at different heights of bins during winter (Experiment no. 1).

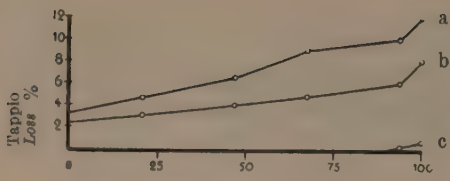
Itujen paino oli kesä-heinäkuun vaihteessa keskimäärin vain n. 3 % perunoiden painosta. Tämän perusteella voidaan arvioida, että heinä-elokuun vaihteeseen mennessä keskimääräinen itämistappio supistuu käytännössä 5—7 %:n tienoille. — Parhaiten perunoiden todettiin säilyneen tasamaalle tai pohjoisrinteeseen, kokonaan maan alle rakennetuissa kellareissa.

Itäessään perunat pehmenivät ja rypistyivät, minkä lisäksi niiden malto alkoi mustua. Mustuminen ilmeni voimakkaimpana silloin, kun perunat oli säilytetty kuivissa olosuhteissa (vrt. taul. 8 ja 9 s. 27—29 sekä kuva 8 s. 23). Itujen kuiva-ainepitoisuus oli 7—14 %.

Säilytystapojen merkitys.

Talvisäilytyksen aikana itäminen oli korkeissa laareissa voimakkaampaa kuin matalissa. Tuuletustorvia pitkin laareihin ohjattu koneellinen tuuletus ja välipohja ehkäisivät itämistä, samoin kuin mädäntymistä, kuten edellä jo mainittiin. Ituja kehittyi talven aikana pääasiallisesti laarien sisäosissa ja siellä lähellä säilytyskerroksen yläpintaa. Laarien pinnalla, pohjalla ja reunoilla sekä laatikoissa ei ituja yleensä todettu lainkaan (kuva 6). Tämä johtui siitä, että lämpötila oli talvella vain laarien sisäosissa kyllin korkea itämisen alkamiseksi, korkeissa laareissa korkeampi kuin matalissa.

Keväällä ituja alkoi ilmaantua myös laarien pinnalle, reunoille ja pohjalle sekä laatikoihin. Tämä johtui varastoilman lämpötilan kohoamisesta. Kesän kuluessa perunoiden idut kehittyivät laarien ja laatikoiden pinnalla huomattavasti voimakkaammiksi kuin laarien sisäosissa ja pohjalla (vrt. kuva 7). Tämän voidaan selittää johtuneen siitä, että säilytyskerrosten



a = käsittelemätön — *untreated;* b = Agermine; c = Fusarex, Belvitan K ja Reposine.

Kuva 7. Itämistappio laarien eri korkeuksilla kesällä (koe n:o 4).

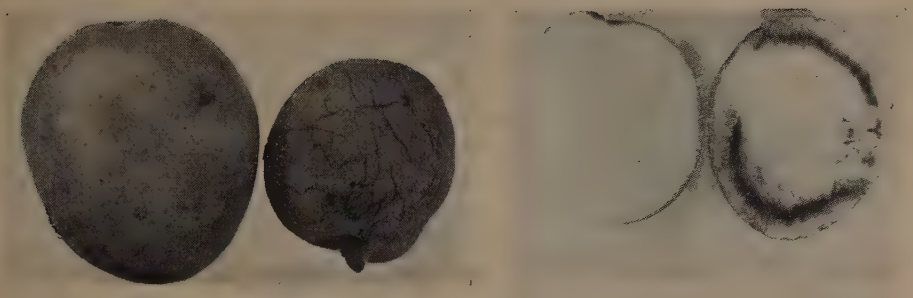
Figure 7. Sprouting loss at different heights of bins during summer (Experiment no. 4).

pinnalla ei ollut mekaanisia esteitä itujen kehittymiselle, kuten laarien sisäosissa ja pohjalla. Pienten perunaerien keskimääräinen itämistappio muodostui tästä syystä kesällä suuremmaksi kuin suurten erien. Kun alkukesän säilytystä koskevat kokeet suoritettiin pääasiallisesti pienillä erillä, on ymmärrettävää, että niissä päädyttiin huomattavasti korkeampiin itämistappiolukuihin kuin viljelijöiden varastoissa suoritetuissa tutkimuksissa (vrt. s. 20), jotka koskivat verraten suurten perunaerien säilytystä.

Taulukko 7. Paino- ja itämistappiot pussikokeessa (n:o 15) alkukesän kuluessa. Käsittely säilytysaineilla suoritettu 10/5 1950.

Table 8. Weight and sprouting losses in bag experiment (no. 15) during early summer. Treatment with chemicals on June 10, 1950.

Käsittely — *Treatment*	Paperisäkeissä *In paper sacks* à 40 kg		Paperipusseissa *In paper bags* à 4 kg			
	Painotappio *Weight loss* %	Itämistappio *Sprouting loss* %	Painotappio *Weight loss* %	Itämistappio *Sprouting loss* %	Painotappio *Weight loss* %	Itämistappio *Sprouting loss* %
I *10/5—14/6*	*a) 9.3°C, 93 %*		*b) 9.3°C, 90 %*		*c) 17.8°C, 50 %*	
Käsittelemätön — *Untreated*	0.8	1.3	1.1	2.6	8.5	12.8
Belvitan K 100 g/100 kg	0.8	0.1	—	—	—	—
» 200 g/100 kg	0.8	0	1.0	0	5.0	4.2
» 400 g/100 kg	0.8	0	1.0	0	4.8	2.7
Dormatone 100 g/100 kg	0.8	0.2	—	—	—	—
» 200 g/100 kg	0.8	0	1.0	0	4.7	0.7
» 400 g/100 kg	0.8	0	1.2	0	4.0	0.4
Fusarex 250 g/100 kg	0.8	0	1.1	0	5.0	3.3
» 500 g/100 kg	0.8	0	1.1	0	4.8	1.0
» 1 000 g/100 kg	0.8	0	1.0	0	4.7	0.3
II *10/5—19/7*	*a) 11.4°C, 95 %*		*b) 11.7°C, 93 %*		*c) 16.4°C, 55 %*	
Käsittelemätön — *Untreated*	4.7	9.7	5.9	15.0	18.6	24.2
Belvitan K 100 g/100 kg	4.4	4.0	—	—	—	—
» 200 g/100 kg	4.2	1.2	4.7	3.4	17.0	9.5
» 400 g/100 kg	4.3	0	4.8	1.9	15.5	5.6
Dormatone 100 g/100 kg	4.4	3.5	—	—	—	—
» 200 g/100 kg	4.2	2.6	5.1	2.2	15.5	1.9
» 400 g/100 kg	4.1	1.8	5.1	1.2	14.8	1.5
Fusarex 250 g/100 kg	4.3	0	5.0	2.0	18.1	8.5
» 500 g/100 kg	4.5	0	5.1	1.0	17.0	7.1
» 1 000 g/100 kg	4.1	0	4.8	0.2	15.0	4.0



Käsitelty *Treated* | Käsittelemätön *Untreated* | Käsitelty *Treated* | Käsittelemätön *Untreated*

Kuva 8. Itämisen vaikutuksesta perunat pehmenevät ja rypistyvät. Lisäksi niiden malto alkaa mustua. Kuvassa itämistä estävällä säilytysaineella käsitelty ja käsittelemätön peruna (koe n:o 16, 2. 8. 1951).

Figure 2. Because of sprouting potatoes begin to shrink and become darkened. In the picture a potato treated with sprout inhibiting chemical and an untreated potato (Experiment no. 16, Aug. 2. 1952).

Säilytysaineiden merkitys.

Säilytysaineiden käyttö perunoiden itämisen estämiseen on viime vuosina ollut vilkkaan tutkimuksen kohteena. Tarkoitukseen soveltuvista kemikaaleista ovat tunnetuimmat:

α-naftyylietikkahapon metyyliesteri, MENA (Guthrie 1938),
2, 3, 5, 6-tetrakloorinitrobentseeni, TCNB (Brown 1947),
metyyli-α-naftyylimetyylieetteri, MNME (Grewe 1949) ja
isopropyylikarbamaatti, IPPC (Rhodes ym. 1950).

Sulkeissa esitetyt nimet tarkoittavat niitä tutkijoita, jotka ensiksi ovat julkisuudessa tehneet selkoa näiden aineiden itämistä estävästä vaikutuksesta.

Kokeiltavana olleista säilytysaineista, jotka on lueteltu s. 9, useimmat sisältävät jotakin yllä mainituista kemikaaleista. Eri valmisteiden tehosta saadut tulokset on esitetty taulukoissa 3 (s. 13), 5 (s. 18), 6 (s. 19) ja 7 (s. 22) sekä kuvassa 9 (s. 24).

Fusarex (3 % TCNB) osoittautui itämistä vastaan tehokkaaksi silloin, kun perunat säilytettiin peitettyinä. Käyttömäärällä 500 g/100 kg itäminen estyi elokuun alkuun saakka, suoritettiinpa käsittely keväällä juuri ennen itämisen alkamista tai jo syksyllä (kokeet n:o 4, 13 ja 14). Lähes täydellinen teho saatiin aikaan myös käyttömäärillä 300 g/100 kg (kokeet n:o 6 ja 16) ja 250 g/100 kg (koe n:o 15 a). Suurissa perunaerissä Fusarex

Laatikot vasemmalla ylhäältä alas lukien:
Boxes on left:
Käsittelemätön — *Untreated*
Ipnogerm 200 g/100 kg
Reposine 400 g/100 kg
Laatikot oikealla ylhäältä alas lukien:
Boxes on right:
Tuberite 125 g/100 kg
Belvitan K 200 g/100 kg
Fusarex 300 g/100 kg

Kuva 9. Itämistä estävien säilytysaineiden vaikutus (koe n:o 16 2. 8. 1951).
Figure 8. The effect of sprout-inhibiting chemicals (Experiment no. 16 Aug. 2. 1951).

oli tehokkaampaa kuin pienissä erissä ja alhaisessa lämpötilassa tehokkaampaa kuin korkeassa lämpötilassa (koe n:o 15).

Peittämättömiin perunoihin Fusarex tehosi hyvin heikosti, kun säilytys tapahtui pienissä erissä (laatikoissa). Suuressa peittämättömässä perunaerässä (laarissa) valmiste sen sijaan säilytti tehonsa, niin että vain päällimmäisiin perunoihin muodostui hiukan ituja. Viimeksi mainittu havainto perustuu vain yhteen kokeeseen (n:o 4), jossa säilytys oli tapahtunut verraten viileissä olosuhteissa ja lopetettu melko varhain. Tällaisissa olosuhteissa ovat myös Emilsson ym. (1951) todenneet suurten perunaerien peittämisen tarpeettomaksi, vieläpä silloinkin, kun käytetään koneellista, laareihin ohjattua tuuletusta. Lisäksi he ovat havainneet suurissa perunaerissä peittämisen edistävän mädäntymistä ja neuvovat tämän perusteella käyttämään peitettä vain silloin, kun on kysymys pienten perunaerien säilytyksestä.

Fusarexin käyttäjiltä Suomessa saatujen tietojen mukaan peittäminen edistää mädäntymistä silloin, kun säilytys tapahtuu välipohjattomissa laareissa. Sen sijaan välipohjallisissa laareissa tällaista ei ole todettu. Tämä viittaa siihen, että lämpötila kohoaa peitetyssä laarissa liian korkeaksi, ellei ilma pääse laarin alla vaihtumaan. Heinäkuussa on peittämättömiin perunoihin myös suurissa erissä alkanut muodostua ituja. Talvella suoritettu laarien koneellinen tuuletus ei ole heikentänyt Fusarexin tehoa, mutta kylläkin kesällä suoritettu tuuletus.

Belvitan K (6 % MNNE) osoittautui ominaisuuksiltaan Fusarexin kaltaiseksi. Tosin v. 1949/50 suoritetuissa kokeissa Belvitan tehosi heikosti (kokeet n:o 14 ja 15). Varastoimiskautena 1950/51 valmiste kuitenkin antoi hyviä tuloksia käyttömäärällä 200 g/100 kg (kokeet n:o 6 ja 16). Luultavasti ensiksi mainittuna vuonna kokeiltavaksi saatu Belvitan-näyte oli huonosti eristetyn myyntipäällyksen vuoksi haihtunutta. Mainittakoon

myös, että valmistajalta saatujen tietojen mukaan Belvitan K:n tehoaineen kaasunpaine on hiukan korkeampi kuin Fusarexin tehoaineen. Tämän perusteella voidaan otaksua Belvitan K:n antavan suhteellisesti huonompia tuloksia kuin Fusarex silloin, kun olosuhteet tehoaineen haihtumiselle ovat suotuisat (lämpötila korkea, perunaerät pieniä tai peittäminen puutteellisesti suoritettu). Tätä otaksumaa tukevat kokeessa n:o 15 saadut sekä eräät myöhemmät, tässä julkaisemattomat koetulokset. Mainittakoon, että Emilsson ym. (1951) eivät pidä Belvitania Fusarexin kaltaisena, vaan rinnastavat sen vaikutustavaltaan MENA-valmisteisiin.

Myös Reposine osoittautui ominaisuuksiltaan Fusarexin kaltaiseksi. Valmiste esti itämisen tyydyttävästi käyttömäärillä 400—450 g/100 kg (kokeet n:o 6 ja 16).

MENA-valmisteet (Mana, Vana 491, Dormatone ja Ipnogerm) tehosivat kaikissa kokeissa huomattavasti heikommin kuin Fusarex, Belvitan K ja Reposine. Varsinkin silloin, kun käsittely toimitettiin syksyllä, oli niiden teho huono. Käytetyt ainemäärät, 125—400 g/100 kg (1.5—2.2-prosenttisia valmisteita), vastasivat 2—4 g MENAa 100 perunakiloa kohden, mitä määrää valmistajat suosittelevat. Kirjallisuudessa on esitetty tietoja, joiden mukaan 2.5 g/100 kg MENAa riittää estämään perunoiden itämisen täydellisesti (mm. Denny 1942). Viimeiset Ruotsissa suoritetut tutkimukset (Emilsson ym. 1949 ja 1951) ovat kuitenkin osoittaneet, että perunoiden syksykäsittelyssä tarvitaan vähintään 12 g/100 kg ja kevätkäsittelyssä 9—12 g/100 kg MENAa, ennen kuin itäminen saadaan tyydyttävästi estetyksi.

Peittämiseen MENA-valmisteet suhtautuivat kokeissa kuten Fusarex-tyyppiset aineet. Sen sijaan lämpötilan vaikutus niihin oli päinvastainen kuin viimeksi mainittuihin, ts. lämpimässä MENA-valmisteet tehosivat paremmin kuin viileässä.

Agermine, Keim-Ex ja Tuberite (2 ½ % IPPC) olivat mukana vain yhdessä kokeessa, joten niiden ominaisuuksien selvittely vaatii lisätutkimuksia. Agermine ja Keim-Ex antoivat syksykäsittelyssä käyttömäärällä 200 g/100 kg huonon tuloksen (kokeet n:o 6 ja 7). Agerminella käsitellyt perunat oli säilytetty peitettyinä, Kei-Exillä käsitellyt peittämättöminä. Tuberite esti kevätkäsittelyssä itämisen täydellisesti käyttömäärällä 100 g/100 kg (koe n:o 16). Eräässä myöhemmin suoritetussa, tässä julkaisemattomassa kokeessa Tuberiten todettiin estäneen myös syksykäsittelyssä itämisen täydellisesti käyttömäärän ollessa 100g/100 kg. Tuberitella käsitellyt koeperunat oli säilytetty peitettyinä.

Tulosten perusteella Fusarexia, Belvitan K:ta ja Reposinea voidaan suositella käytettäväksi alkukesän kulutukseen tarkoitettujen perunoiden itämisen estämiseen. Sopiva käyttömäärä Fusarexia ja Reposinea on n. 400 g/100 kg sekä Belvitan K:ta n. 200 g/100 kg. Milloin kysymyksessä on lyhytaikainen säilytys ja viileä maakellari, tullaan toimeen yllä mainittuja

pienemmillä määrillä. Hyvin lämpimissä maanpäällisissä varastoissa on käytettävä suurempia määriä, varsinkin silloin, kun säilytystä on tarkoitus jatkaa myöhään kesän yli. Perunoiden käsittely toimitetaan syksyllä, talvella tai keväällä (ennen itämisen alkamista), hyvin lämpimissä varastoissa mieluimmin mahdollisimman myöhäisenä ajankohtana. Pienet perunaerät peitetään heti käsittelyn jälkeen ja säilytetään peitettyinä. Suuret perunaerät peitetään vain silloin, kun säilytystä on tarkoitus jatkaa juhannuksen yli. Perunat olisi tällöin lämpenemisen ehkäisemiseksi sijoitettava välipohjalliseen laariin. Säilytysaineilla käsiteltyjä perunalaareja voidaan tuulettaa koneellisesti talvella, mutta ei enää kesällä.

Painotappio.

Tavallisesti perunoissa tapahtuu säilytyksen aikana painon vähenemistä. Tähän ovat syynä:

a. veden haihtuminen perunoista (= veden häviö),
b. perunoiden hengittäminen (= kuiva-aineen häviö) ja
c. mullan kariseminen perunoiden pinnalta (= mullan »häviö»).

Aivan täsmällinen esitetty jaoittelu ei ole, mutta suuremmitta virheittä sen kuitenkin voidaan katsoa pitävän paikkansa. Mullan karisemisesta johtuva painon väheneminen ei ole tappiota. Sen vuoksi mullan osuus on vähennetty taulukoissa esitetyistä painotappioluvuista, jotka näin ollen tarkoittavat perunoissa itsessään tapahtunutta painonmuutosta.[1])

Itämättömien perunoiden painotappio oli talvisäilytyksessä 2—6 % ja alkukesän säilytyksessä 1 ½—4 %. Mainittakoon, että maassamme aikaisemmin suoritettujen perunan varastoimiskokeiden painotappiot olivat vaihtelevia, 0.5 %:sta 12.6 %:iin (Laurila 1935, Lähde 1938, Ollila 1947). Korkea lämpötila, varaston kuivuus, koneellinen tuuletus ja laarin välipohja edistivät painotappion kasvua. Perunoiden peittäminen taas ehkäisi painon vähenemistä. Pienissä erissä tappio oli suurempi kuin suurissa erissä ja laarien pohjalla sekä reunoilla suurempi kuin laarien keskellä ja pinnalla (taul. 4 s. 14, kuvat 4 ja 5 s. 15 ja 16).

Kuiva-aineen osuus itämättömien perunoiden painotappiosta oli talvisäilytyksessä keskimäärin 0.6 ja alkukesän säilytyksessä 0.9 %-yksikköä (taul. 8 ja 9). Korkea lämpötila ja kosteus vaikuttivat kuiva-aineen häviötä edistävästi. Laarien hikoilukerroksessa tämä muodostui monin verroin suuremmaksi kuin laarien pohjalla ja keskiosissa. Veden häviö oli suurin laarien

[1]) Perunakaupassa mullan karisemisella on oma merkityksensä, koska perunoiden multaisuutta ei yleisesti määritetä. Kokeita aloitettaessa perunoiden multapitoisuus oli keskimäärin 1.7 % (0.15—3.73). Säilytyksen aikana mullan karisemisesta johtunut painon väheneminen oli keskimäärin 1.0 % (0.1—2.6).

Taulukko 8. Perunoiden kuiva-ainepitoisuuden muuttuminen, kuiva-aineen ja veden häviö (prosentteina perunoiden alkuperäisestä painosta) sekä mallon mustuminen eräissä laatikkokokeissa.

A = perunat peittämättä; B = perunat peitetty tyhjillä paperisäkeillä.

Table 9. Changes in dry matter content of potatoes, losses of dry matter and water (percentage of the original weight of potatoes) and darkening in some box expriments. A = potatoes uncovered; B = potatoes covered with empty paper sacks.

Käsittely — *Treatment*	Kuiva-ainepitoisuus *Dry matter content*: Kokeen alussa *At beginning of experiment* %	Kuiva-ainepitoisuus *Dry matter content*: Muutos %-yksikköä *Change % units*	Kuiva-aineen häviö *Loss of dry matter* %	Veden häviö *Loss of water* %	Perunoita, joiden malto mustunut *Potatoes showing darkening* %
K o e — *Experiment* no. 11 (15/11 1949—15/4 1950)	a) Keskil.— *Aver. temp.* 3.3°C; kost.— *humid.* 96 %				
A Käsittelemätön — *Untreated*	19.91	— 0.31	0.72	1.43	0
B » »	»	— 0.45	0.87	1.26	0
Merkitsevä ero — *Significant difference*		**0.27**			
	b) Keskil.— *Aver. temp.* 3.2°C; kost.— *humid.* 88 %				
A Käsittelemätön — *Untreated*	19.91	— 0.04	0.57	2.50	0
A Belvitan K 200 g/100 kg	»	0	0.60	2.40	0
A Fusarex 500 g/100 kg	»	0	0.58	2.35	0
B Käsittelemätön	»	— 0.06	0.59	2.10	0
B Belvitan K 200 g/100 kg	»	— 0.04	0.58	2.13	0
B Fusarex 500 g/100 kg	»	— 0.08	0.59	2.00	0
Merkitsevä ero — *Significant difference*		**0.22**			
	c) Keskil.— *Aver. temp.* 4.8°C; kost.— *humid.* 74 %				
A Käsittelemätön — *Untreated*	19.91	+ 0.79	0.47	5.61	0
B » »	»	+ 0.39	0.44	4.12	0
Merkitsevä ero — *Significant difference*		**0.29**			
K o e — *Experiment* no. 12 (30/3—28/7 1949)	Keskil.— *Aver. temp.* 8.9°C; kost.— *humid.* 97 %				
B Käsittelemätön — *Untreated*	19.90	+ 0.52	2.03	10.47	5
B Mana 250 g/100 kg	»	+ 0.05	1.36	7.64	0
Merkitsevä ero — *Significant difference*		**0.29**			
K o e — *Experiment* no. 13 (30/3—20/7 1949)	a) Keskil.— *Aver. temp.* 8.8°C; kost.— *humid.* 80 %				
A Käsittelemätön — *Untreated*	22.58	+ 2.05	2.04	14.56	30
A Mana 250 g/100 kg	»	+ 1.24	1.55	10.15	5
B Käsittelemätön — *Untreated*	»	+ 2.13	2.32	15.68	30
B Mana 250 g/100 kg	»	+ 0.86	1.47	8.43	0
B Fusarex 500 g/100 kg	»	+ 0.30	0.87	4.23	0
Merkitsevä ero — *Significant difference*		**0.28**			
	b) Keskil.— *Aver. temp.* 13.1°C; kost.— *humid.* 80 %				
B Käsittelemätön — *Untreated*	22.58	+ 2.74	3.84	22.16	70
B Mana 250 g/100 kg	»	+ 1.02	1.60	9.50	5
Merkitsevä ero — *Significant difference*		**0.54**			

Jatkoa (taulukko 8).

Käsittely — *Treatment*	Kuiva-ainepitoisuus *Dry matter content*		Kuiva-aineen häviö *Loss of dry matter* %	Veden häviö *Loss of water* %	Perunoita, joiden malto mustunut *Potatoes showing darkening* %
	Kokeen alussa *At beginning of experiment* %	Muutos %-yksikköä *Change* % *units*			
K o e — *Experiment* no. **14** (15/4—1/8 1950)	a) Keskil.— *Aver. temp.* 8.5°C; kost.— *humid.* 97 %				
B Käsittelemätön — *Untreated*	19.60	— 0.24	2.62	9.68	5
B Fusarex 500 g/100 kg	»	— 0.57	0.87	0.73	0
Merkitsevä ero — *Significant difference*		**0.27**			
	b) Keskil.— *Aver. temp.* 8.6°C; kost.— *humid.* 85 %				
A Käsittelemätön — *Untreated*	19.95	+ 0.95	2.29	13.71	30
B » »	19.85	+ 0.59	2.59	13.31	25
B Fusarex 500 g/100 kg	19.95	— 0.31	0.96	2.34	0
Merkitsevä ero — *Significant difference*		**0.32**			
K o e — *Experiment* no. **16** (24/4—2/8 1951)	Keskil.— *Aver. temp.* 9.4°C; kost.— *humid.* 93 %				
B Käsittelemätön — *Untreated*	23.10	+ 2.13	4.59	22.01	80
B Tuberite 100 g/100 kg	»	— 0.18	0.99	2.51	0
Merkitsevä ero — *Significant difference*		**0.44**			

pohjalla ja reunoilla sekä pienin laarien pinnalla. Korkea lämpötila, varaston kuivuus, koneellinen tuuletus ja välipohja edistivät veden haihtumista. Paperipeite taas vaikutti haihtumista ehkäisevästi.

Itäneiden perunoiden painotappio muodostui suuremmaksi kuin itämättömien. Tämä johtui siitä, että itäminen edisti perunoiden hengitystä ja veden haihtumista. Haihtumiseen itäminen vaikutti kuivissa olosuhteissa voimakkaammin kuin kosteissa.

Itäessä perunoiden kuiva-ainetta ja vettä kuluu paitsi hengittämiseen ja haihtumiseen (jotka yhdessä aiheuttavat painotappion), myös itujen muodostumiseen. Itäneiden perunoiden kuiva-aineen kokonaishäviö kohosi alkukesän säilytyksessä 2—5 ja veden kokonaishäviö 10—38 %-yksikköön. Tappiot muodostuivat siis sekä kuiva-aineen että veden osalta monin verroin suuremmiksi kuin itämättömissä perunoissa. Tulokset perustuvat kokeisiin, joissa osa samoissa olosuhteissa säilytetyistä perunoista oli käsitelty itämistä estävillä säilytysaineilla, osa jätetty käsittelemättä. Mainittakoon, että aikaisemmat ulkomailla suoritetut itämisen vaikutusta perunoiden kuiva-aineen ja veden häviöihin koskevat tutkimukset perustuvat kokeisiin, joissa itäneet ja itämättömät perunat on säilytetty erilaisissa varasto-olosuhteissa (Parow 1928, Tedin ym. 1944 b).

Tulosten perusteella voidaan päätellä, että painotappion estämiseksi perunat tulee säilyttää mieluimmin verraten suurina erinä, huomioonottaen

Taulukko 9. Perunoiden kuiva-ainepitoisuuden muuttuminen, kuiva-aineen ja veden häviö (prosentteina perunoiden alkuperäisestä painosta) sekä mallon mustuminen pussikokeessa n:o 15.

Table 10. Changes in dry matter content of potatoes, losses of dry matter and water (per cent of the original weight of potatoes) and darkening in bag experiment no. 15.

Käsittely — *Treatment*	Kuiva-ainepitoisuus *Dry matter content*		Kuiva-aineen häviö *Loss of dry matter* %	Veden häviö *Loss of water* %	Perunoita, joiden malto mustunut *Potatoes showing darkening* %
	Kokeen alussa *At beginning of the experiment* %	Muutos %-yksikköä *Change % units*			
K o e — *Experiment* no. **15** I (10/5—14/6 1950)	a) Keskil.— *Aver. temp.* 9.3°C; kost.— *humid.* 93 %				
Käsittelemätön — *Untreated*	20.03	— 0.14	0.56	1.54	0
Fusarex 1 000 g/100 kg	»	— 0.03	0.23	0.77	0
	b) Keskil.— *Aver. temp.* 9.3°C; kost.— *humid.* 90 %				
Käsittelemätön — *Untreated*	20.03	— 0.09	0.83	2.87	0
Fusarex 1 000 g/100 kg	»	+ 0.11	0.23	0.97	0
	c) Keskil.— *Aver. temp.* 17.8°C; kost.— *humid.* 50 %				
Käsittelemätön — *Untreated*	20.03	— 2.57	2.24	19.06	40
Fusarex 1 000 g/100 kg	»	+ 1.00	0.34	4.06	0
K o e — *Experiment* no. **15** II (10/5—19/7 1950)	a) Keskil.— *Aver. temp.* 11.4°C; kost.— *humid.* 95 %				
Käsittelemätön — *Untreated*	20.03	— 0.25	2.67	11.73	5
Fusarex 1 000 g/100 kg	»	— 0.10	0.92	3.18	0
	b) Keskil.— *Aver. temp.* 11.7°C; kost.— *humid.* 93 %				
Käsittelemätön — *Untreated*	20.03	+ 6.23	5.01	37.79	100
Fusarex 1 000 g/100 kg	»	+ 1.50	2.01	14.29	40
	c) Keskil.— *Aver. temp.* 16.4°C; kost.— *humid.* 55 %				
Käsittelemätön — *Untreated*	20.03	+ 0.81	3.55	17.35	35
Dormatone 400 g/100 kg	»	+ 0.31	0.71	4.29	0

kuitenkin, mitä aikaisemmin on sanottu perunoiden mädäntymis- ja itämisvaarasta suurissa erissä (s. 15 ja 21). Varaston ilman pitää olla mahdollisimman viileätä (+3 — +5° C) ja kosteata, samoin tuuletusilman. Lisäksi perunat on pyrittävä säilyttämään itämättöminä, tarpeen vaatiessa säilytysaineita käyttäen. Kuivuuden ja korkean lämpötilan vaikutusta voidaan, jos säilytys tapahtuu pikkuerinä, ehkäistä peittämällä perunat paperilla.

Kuiva-ainepitoisuus. Perunoiden kuiva-ainepitoisuus aleni kosteissa olosuhteissa. Selvimmin aleneva suunta oli vallalla laarien pinta-osissa, joissa tapahtui hikoilua (taulukko 10). Kuivissa olosuhteissa taas, kuten laarien sisäosissa ja pohjalla, kuiva-ainepitoisuus kohosi. Itäneiden perunoiden kohdalla tämä oli usein niin voimakasta, että voidaan puhua suorastaan perunoiden kuivettumisesta. Itäneiden (käsittelemättömien) perunoiden kuiva-ainepitoisuus muodostui tästä syystä useimmiten huomat-

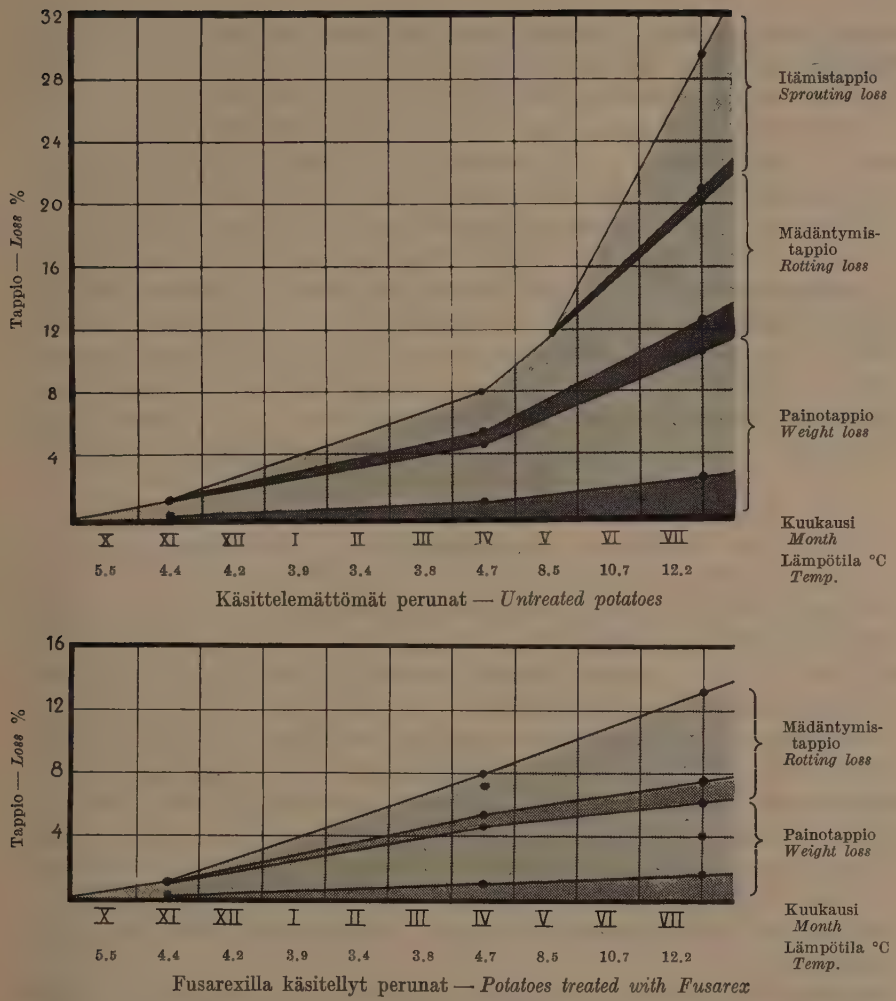
Taulukko 10. Perunoiden kuiva-ainepitoisuuden muuttuminen laarien eri korkeuksilla.

Table 10. Changes in dry matter content of potatoes at different heights of bins.

Käsittely — *Treatment*	Kerrannaisten lukumäärä *Number of replicates*	Kuiva-ainepitoisuus syksyllä *Dry matter content in autumn* %	Kuiva-ainepitoisuuden muutos %-yksikköä *Change of dry matter content % units* Korkeus lattiasta cm *Height from the floor cm.*			
			0—25	25—50	50—75	75—100
Koe *Experiment* no. 3						
Tuulettamaton — *Unventilated* ..	2	19.91	+ 0.06	0	— 0.30	— 1.10
Tuuletettu — *Ventilated*	8	19.91	+ 0.44	+ 0.39	+ 0.12	— 0.41
Koe *Experiment* no. 5						
Ilman välipohjaa — *Without slatted board:*						
Käsittelemätön — *Untreated* ...	3	24.20	+ 0.78	+ 0.84	+ 0.10	— 0.36
Fusarex 300 g/100 kg	3	24.20	+ 0.72	+ 0.66	+ 0.56	— 0.14
Välipohjan kanssa — *With slatted board:*						
Käsittelemätön — *Untreated* ...	3	24.20	+ 0.72	+ 0.72	+ 0.60	+ 0.04
Fusarex 300 g/100 kg	3	24.20	+ 0.28	+ 0.44	+ 0.22	— 0.24
Keskimäärin — *Average*			+ 0.50	+ 0.51	+ 0.32	— 0.38

tavasti korkeammaksi kuin itämättömien (säilytysaineilla käsiteltyjen). Nämä havainnot perustuivat kuitenkin vain pienillä erillä suoritettuihin kokeisiin, joissa itäminen on jonkin verran toisenluontoista kuin suurissa perunaerissä (vrt. s. 22).

Mainittakoon, että Laurila (1935) on kasvinjalostusosastolla v. 1933/34 suorittamissaan varastoimiskokeissa todennut perunoiden kuiva-ainepitoisuudessa huomattavaa alentumista. Laurilan tutkimukset perustuvat perunoiden ominaispainon määrityksiin, ja hän ilmoittaa saamansa tulokset tärkkelyspitoisuuksina. Käytännön tarpeisiin ominaispainomenetelmää käytetään yleisesti. Tarkemmissa tutkimuksissa siihen kuitenkin suhtaudutaan varautuen (de Willigen 1942, Tedin ym. 1944 b). Varsinkin varastoiduissa perunoissa muuttuu ominaispainon suhde kuiva-ainepitoisuuteen (samoin kuiva-aineen tärkkelyspitoisuus) tavallisesta poikkeavaksi (Tedin ym. 1944 b). Sen vuoksi tässä selostetuissa kokeissa käytettiin suoranaista kuiva-aineanalyysiä, eikä ominaispainon määritystä. Mainittakoon kuitenkin eräs perunoiden ominaispainoa koskeva havainto. Kokeissa n:o 1 ja 2 todettiin laarien pintaosissa (hikoilukerroksessa) säilytettyjä perunoita mahtuvan keväällä hehtolitraan vain 60—65 kg. Sen sijaan laarien sisäosissa ja pohjalla säilytettyjä perunoita mahtui hehtolitraan 65—70 kg. Tämä viittaa siihen, että perunoiden ominaispaino, kuten kuiva-ainepitoisuuskin, oli laarien pintaosissa alentunut ja sisäosissa sekä pohjalla kohonnut.



Kuva 10. Tappioiden lisääntyminen säilytyksen aikana kokeissa n:o 11 ja 14. Vaalealla varjostettu = veden osuus ja tummalla varjostettu = kuiva-aineen osuus tappiosta.

Figure 10. Increase of losses during storage in Experiments nos. 11 and 14. Light shade = proportion of water, and dark shade = proportion of dry matter in the loss.

Kokonaistappio.

Keskimääräisten kokonaistappioiden laskeminen ei suoritettujen kokeiden perusteella ole mahdollista. Esteenä tälle on lähinnä se, että eri kokeissa säilytysaikojen pituudet ovat vaihdelleet ja sattuneet eri ajankohdille. Koska kokonaistappioiden tunteminen on kuitenkin tärkeätä, esitetään kuvassa 10 tappiot kokeista n:o 11 ja 14, joissa säilytystä oli jatkettu

samalla perunaerällä sadonkorjuusta seuraavan elokuun alkuun saakka. Tulokset antavat viitteitä lähinnä rutottomien perunoiden tappioista edullisissa varasto-olosuhteissa.

Fusarexilla käsiteltyjen (itämättömien) perunoiden kokonaistappio lisääntyi keskimäärin 1.3 %-yksiköllä kuukausittain. Täten päädyttiin esim. tammikuun puolivälissä tappiolukuun 4 %, huhtikuun puolivälissä 8 %, heinäkuun alussa 12 % ja heinä—elokuun vaihteessa 13 %.

Käsittelemättömien perunoiden kokonaistappio oli talven kuluessa samansuuruinen kuin Fusarexilla käsiteltyjen. Kevään ja alkukesän aikana käsittelemättömien perunoiden kokonaistappio lisääntyi (itämisen vaikutuksesta) 7 %-yksiköllä kuukausittain. Heinä—elokuun vaihteeseen mennessä kokonaistappio kohosi täten 30 %:iin. Tarkasteltavana olevissa kokeissa säilytys oli tapahtunut pienissä erissä, joissa itämisestä aiheutuva tappio on kesällä huomattavasti suurempi kuin suurissa erissä (vrt. s. 22).

Yhdistelmä.

Maatalouskoelaitoksen kasvitautiosaston toimesta v. 1948/49—1950/51 suoritetuissa perunan varastoimiskokeissa selvitettiin varasto-olosuhteiden, säilytystapojen ja säilytysaineiden vaikutusta perunoiden säilyvyyteen. Kokeissa saatiin seuraavia tuloksia:

Mädäntymistappio. Edullisissa varasto-olosuhteissa perunoiden mädäntymistappio oli talvisäilytyksessä (säilytys sadonkorjuuajasta huhti—toukokuuhun) 3—4 %. Jatkettaessa säilytystä alkukesän yli (heinä—elokuun vaihteeseen saakka) tappio lisääntyi suunnilleen samalla tai vain vähän suuremmalla määrällä.

Perunoiden kastuminen varastossa edisti mädäntymistä. Sen sijaan varastoilman korkea suhteellinen kosteus sellaisenaan ei vaikuttanut haitallisesti.

Korkea lämpötila edisti mädäntymistä lähinnä silloin, kun perunat olivat märkiä.

Korkeissa laareissa mädäntymistappio oli suurempi kuin matalissa. Tuuletustorvia pitkin laareihin ohjattu koneellinen tuuletus ehkäisi mädäntymistä. Imutuuletuksella saatiin samanlainen tulos kuin yleisesti käytetyllä työntötuuletuksella. Laarin alle rakennettu välipohja vaikutti kuten koneellinen tuuletus, mutta heikommin.

Säilytysaineilla ei ollut merkitystä mädäntymistappioiden torjumisessa.

Itämistappio. Perunoiden itäminen alkoi toukokuun lopulla, korkeissa laareissa ja hyvin lämpimissä säilytyspaikoissa jo aikaisemmin. Heinä—elokuun vaihteeseen mennessä idut kehittyivät 10—40 cm:n mittaisiksi, jolloin niiden paino vastasi n. 10 % perunoiden painosta. Kevään ja alkukesän säilytystä koskevat tulokset perustuvat pääasiallisesti pienillä erillä

suoritettuihin kokeisiin, joissa idut kehittyvät säilytyskauden lopulla voimakkaammin kuin suurissa erissä. Viljelijöiden varastoissa tehtyjen havaintojen perusteella arvioitiin keskimääräinen itämistappio suurten erien säilytyksessä vastaavana aikana 5—7 %:ksi.

Itujen kuiva-ainepitoisuus oli 7—14 %.

Kokeilluista säilytysaineista Fusarex (3-prosenttinen tetrakloorinitrobentseeni), Belvitan K (6-prosenttinen metyyli-α-naftyylimetyylieetteri) ja Reposine ehkäisivät itämisen elokuun alkuun saakka.

Tulosten perusteella voidaan päätellä, että sopiva käyttömäärä Fusarexia ja Reposinea on n. 400 g/100 kg ja Belvitania n. 200 g/100 kg. Pienet perunaerät täytyy heti säilytysaineella käsittelyn jälkeen peittää huolellisesti. Suuret perunaerät peitetään vain silloin, kun säilytystä on tarkoitus jatkaa juhannuksen yli. Perunat olisi tällöin lämpenemisen ehkäisemiseksi sijoitettava välipohjalliseen laariin. Säilytysaineilla käsiteltyjä perunalaareja voidaan tuulettaa koneellisesti talvella, mutta ei enää kesällä.

α-naftyylietikkahapon metyyliesteriä sisältävät säilytysaineet (Mana, Vana 491, Dormatone ja Ipnogerm) eivät kokeilluissa käyttömäärissä (1.5—2.2-prosenttisia valmisteita 125—400 g/100 kg) estäneet itämistä riittävän tehokkaasti. Muiden kokeiltavana olleiden valmisteiden, Agerminen, Keim-Exin ja Tuberiten (3-prosenttinen isopropyylikarbamaatti), tehon selvittämiseksi on suoritettava lisätutkimuksia.

Painotappio. Itämättömien perunoiden painon väheneminen, painotappio, oli talvisäilytyskokeissa (säilytys sadonkorjuu-ajasta huhti—toukokuuhun) 2—6 %. Jatkettaessa säilytystä alkukesän yli (heinä—elokuun vaihteeseen saakka) painotappio lisääntyi 1 ½—4 %-yksiköllä. Kuiva-aineen osuus tappiosta oli talvisäilytyksessä keskimäärin 0.6 ja alkukesän säilytyksessä 0.9 %-yksikköä.

Itäneiden perunoiden painotappio muodostui suuremmaksi kuin itämättömien. Tämä johtui siitä, että itäminen kiihdytti hengitystä ja haihtumista.

Korkea lämpötila, varaston kuivuus, koneellinen tuuletus ja laarin välipohja vaikuttivat painotappiota edistävästi. Perunoiden peittäminen taas ehkäisi painon vähenemistä. Pienissä erissä tappio oli suurempi kuin suurissa erissä.

Tulosten perusteella voidaan päätellä, että painotappion ehkäisemiseksi perunat tulee säilyttää mieluimmin verraten suurina erinä. Varaston ilman samoin kuin tuuletusilman pitää olla mahdollisimman viileätä (+3 — +5° C) ja sen suhteellisen kosteuden verraten korkea (85—90 %). Lisäksi perunat on pyrittävä säilyttämään itämättöminä, tarpeen vaatiessa säilytysaineita käyttäen. Kuivuuden ja korkean lämpötilan vaikutusta voidaan, jos säilytys tapahtuu pikkuerinä, ehkäistä peittämällä perunat paperilla.

Perunoiden kuiva-ainepitoisuus aleni säilytyksen aikana kosteissa olosuhteissa. Kuivissa olosuhteissa kuiva-ainepitoisuus kohosi, itäneiden perunoiden kohdalla jopa niin voimakkaasti, että perunat kuivettuivat.

Kokonaistappio. Itämistä estävällä säilytysaineella käsiteltyjen perunoiden kokonaistappio lisääntyi keskimäärin 1.3 %-yksiköllä kuukausittain. Täten päädyttiin esim. tammikuun puolivälissä tappiolukuun 4 %, huhtikuun puolivälissä 8 %, heinäkuun alussa 12 % ja kokeiden päättyessä, heinä—elokuun vaihteessa 13 %.

Käsittelemättömien perunoiden kokonaistappio oli talven kuluessa (säilytys sadonkorjunajasta huhti-toukokuuhun) samansuuruinen kuin säilytysaineella käsiteltyjen. Kevään ja alkukesän aikana käsittelemättömien perunoiden kokonaistappio lisääntyi (itämisen vaikutuksesta) lähes 7 %-yksiköllä kuukausittain. Heinä-elokuun vaihteeseen mennessä kokonaistappio kohosi täten 30 %:iin.

Kirjallisuutta.

Ailio, W. P. 1919. Perunanviljelys, 125 ss. Helsinki.

Brown, W. 1947. Experiments on the effect of chlorinated nitrobentsenes on the sprouting of potato tubers. Ann. Appl. Biol., **34,** s. 422—429.

Burton, W. G. 1948. The potato. A survey of its history and of factors influencing its yield, nutritive value and storage, 319 ss. London 1948.

Denny, F. E. 1942. The use of methyl ester of α-naphtalene acetic acid for inhibiting sprouting of potato tubers, and an estimate of the amount of chemical retained by tubers. Contrib. Boyce Thompson Inst., **12,** s. 387—403.

Edgar, A. D. 1938. Studies of potato storage houses in Maine. U.S. Dept. Agric., Tech. Bull., **615,** 47 ss.

—»— 1947. Potato storage. U. S. Dept. Agric., Farmers' Bull., **1986,** 38 ss.

Emilsson, B. 1949. Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. Acta agric. suecana, **III,** s. 189—284.

Emilsson, B. & Lillieroth, C. G. & Gastbecg, C. & Nilsson, R. **1949.** Potatislagerhus med Koldärsystem. Försök och Forskning, **6,** s. 65—67.

Emilsson, B. & Lillieroth, C. G. & Nilsson, R. **1949.** Användning av groningshämmande medel vid lagring av matpotatis. I. Försök under lagringssäsongen 1948—49. Kungl. Lantbruksakademiens Tidskrift, **88,** s. 487—506.

—»— —»— —»— 1951. Användning av groningshämmande medel vid lagring av matpotatis. II. Försök under lagringssäsongerna 1949—50. Ibid., **90,** s. 421—449.

Esbo, H. & Fernholm, H. & Petersson, G. 1950. Potatisodlaren. Praktisk handbuk i potatisodling, 279 ss. Stockholm 1950.

Foister, C. E. & Wilson, A. R. 1950. Dry rot of potatoes. J. Min. agric., **LVII,** s. 229—239.

Fredriksen, T. 1944. Kartofflen, 137 ss. København 1944.

Grewe, F. 1949. Über die Wirkungsweise von Belvitan K unter besonderer Berücksichtigung seiner fungistatischen Wirksamheit. Höfchen-Briefe, **1,** s. 37—48.

Guthrie, J. D. 1939. Inhibition of the growth of buds of potato tubers with the vapor of the methyl ester of naphtalene acetic acid. Contr. Boyce Thompson Inst., **10,** s. 325—328.

Holmqvist, Nils 1950. Potatislagerhus. Nogra konstruktionstekniska synpunkter. Meddelanden från Statens Forskningskommitté för Lantmannabyggnader, **20,** 39 ss.

Jamalainen, E. A. 1938. Perunoiden säilytyskysymyksestä. Suomen Sahanomistajain Maanviljelysyhdistyksen tiedonantoja, **36,** s. 92—100.

Laurila, Veikko 1935. Säilytystappiot perunan talvisäilytyksessä. Valt. maatalouskoet. julk., **73,** 28 ss.

Lähde, V. 1938. Perunan säilyvyyskoe Maatalouskoelaitoksen kasvinviljelysosastolla vv. 1931—1937. Valt. maatalouskoet. tiedonantoja, **131,** 8 ss.

Mukula, Jaakko 1951. Säilytysaineet ja kasvintuotteiden varastoiminen. Maatalous ja Koetoiminta *VI*, s. 84—93.

Mukula, Jaakko 1953. Ovatko kerrostalojen talouskellarit tarkoitustaan vastaavia• Rakennustaito **48**, s. 43—47.

Ollila, Laila 1947. Tuhosienien merkityksestä perunavarastojen turmelijoina Suomessa. Maataloustieteellinen Aikakauskirja, **19**, s. 89—97.

Parow, E. 1928. Handbuch der Stärkefabrikation. Berlin 1928.

Rainio, A. J. 1937. Perunaruton aiheuttamat tuhot Suomessa ja sen esiintymiseen vaikuttavista tekijöistä. Valt. maatalouskoet. julk., **95**, 47 ss.

Rhodes, A. & Sexton, W. A. & Spenrec, L. C. & Templeman, W. C. 1950. Use of isopropylphenylcarbamate to reduce sprouting of potato tubers during storage. Research, **3**, s. 189—190.

Rose, D. H. & Cook, H. T. 1949. Handling, storage, transportion, and utilization of potatoes. A digest of information on the subject published mostly from 1938 to 1948. U.S. Dept. Agric., Bibl. Bull., **11**, 163 ss.

Sauli, J. O. 1941. Peruna, 125 ss. Helsinki 1941.

Simola, E. F. 1931. Perunakokeet Maatalouskoelaitoksen kasvinviljelysosastolla vuosina 1920—1930. Valt. maatalouskoet. julk., **37**, 68 ss.

Stuart, W. 1937. The potato. Its culture, uses, history and classification, 508 ss. New York 1937.

Tedin, O. & Lindberg, J. & Scheele, C. 1944a. Studies över sambandet mellan potatisens specifica vikt och dess innehåll av stärkelse, socker och övrig torrsubstans. Sveriges Utsädesförenings tidskrift, **54**, s. 339—393.

—»— 1944b. Försök med lagring av potatis vid olika temperatur. Ibid., **54**, s. 394—415.

de Willigen, A. H. A. 1942. Die chemische Zusammensetzung der Kartoffel. Landbouwk. Tijdschr., **54**, s. 693—725.

Suomen virallinen tilasto, **III**, Maatalous, **44**. Maanviljelys ja karjanhoito vuonna 1949, s. 13. Helsinki 1951.

Summary: -

Storage Losses of Potatoes and their Control.

Jaakko Mukula

Agricultural Research Centre,
Department of Plant Pathology,
Tikkurila, Finland.

The investigations on the storage of potatoes hitherto conducted in Finland are chiefly based on experiments carried out in the different departments of Agricultural Research Centre in the years 1920/21—1941/42. These investigations deal primarily with winter storage, i.e. the storage period from harvesting till spring. On the basis of the experiments conducted and information received from growers, the average losses by rot are estimated at about 10 % (Jamalainen 1938, Ollila 1947). The most significant cause of rot in Finland is blight [*Phytophthora infestans* (MONT.) de Bary]; some bacteria causing rot are next in importance. In addition, mould fungi have been found in stored potatoes, in general, however, not as primary causes of losses. Of *Fusarium* fungi, *F. coeruleum* (LIB.) SACC., causes much damage in several countries, but hitherto it has not been common in Finland. The Departments of Plant Husbandry (Simola 1931, Lähde 1938), Plant Breeding (Laurila 1935), and Plant Pathology (Rainio 1937, Jamalainen 1938, Ollila 1947) have investigated the keeping qualities of different varieties of potatoes. The most decisive factor influencing the keeping of varieties was blight, in that the varieties susceptible to this disease showed more losses than less susceptible varieties. Also the climatic conditions of the growth and harvesting seasons were of considerable importance. After summers favouring the development of blight, varieties susceptible to this disease showed a high percentage of loss. If no blight occurred, losses were small (Rainio 1937). To control the rot, the Department of Plant Pathology experimented with two chemicals, Conservos and Karsan, which, however, proved ineffective (Ollila 1947). Reduction in the weight of potatoes, weight losses chiefly due to evaporation and respiration, varied in the experiments made by different departments from 0.5 to 12.6 % (Laurila 1935, Lähde 1938, Ollila 1947). The starch content of stored potatoes was investigated at the Department of Plant Breeding, and it was found to decrease considerably during storage (Laurila 1935).

In the years 1948/49—1950/51 new investigations on the storage of potatoes were carried out at the Department of Plant Pathology of Agricultural Research Centre. The purpose of these investigations was to study the effect of the conditions and methods of storage and of chemicals on the keeping of potatoes. The following results were obtained in these experiments:

Rotting losses. Losses by rot were 3—4 % during winter storage (storage from the time of harvesting till April, or May) under favourable storage conditions. If the

storage was continued over early summer (to the end of July, losses were doubled or slightly more than doubled.

If potatoes became wet during storage, rotting occurred more rapidly and easily. But high relative humidity of the air in the store did not have any injurious effect.

High temperature favoured rotting, especially if potatoes were wet.

Losses by rot were greater in high bins than in low ones. Ventilation by electric fans directed into the bins through ventilation flues prevented rotting. Suction ventilation (downwards) gave the same results as the more commonly used pressure ventilation (upwards). The effect of a slatted board under the bin was similar to that of electric ventilation, though weaker (Fig. 1, 4 and 5, Table 3).

Chemicals were of no significance in the control of losses by rot. (Tables 5 and 6).

Sprouting losses. Sprouting of potatoes began towards the end of May, in high bins and very warm storage sheds even earlier. By the end of July sprouts were 10—40 cm. long, when their weight corresponded to about 10 % of the weight of the potatoes. The results concerning storage in spring and early summer are chiefly based on experiments conducted with small lots, when sprouts became bigger towards the end of the storage period than in big lots. According to the observations made in the storages of growers the average loss of sprouting was estimated at 5—7 % at the storage of large amounts of potatoes.

Dry matter content of sprouts was 7—14 %.

Of the chemicals tested, Fusarex (3 % tetrachloronitrobenzene), Belvitan K (6 % α-methylnaphthylmethylether), and Reposine inhibited sprouting until the beginning of August (Tables 3, 5, 6 and 7).

It could be concluded from the results that a suitable dosage of Fusarex and Reposine is about 400 g. per 100 kg., and of Belvitan K about 200 g. per 100 kg. Small lots of potatoes must be carefully covered immediately after treatment with chemicals. Large amounts of potatoes are only covered if the potatoes are to be kept over Midsummer. In order to prevent the covered potatoes from heating they should be placed in a bin with slatted boards. Bins treated with chemicals can be ventilated by means of electric fans in winter, but no longer in summer.

The dosages applied (125—400 g. of 1.5—2.2 % preparations per 100 kg.) of chemicals containing methyl ester of α-naphthalene acetic acid (Mana, Vana 491, Dormatone, and Ipnogerm) did not give satisfactory sprout inhibition. Further investigations are necessary to discover the effect of the other chemicals tested: Agermine, Keim-Ex, and Tuberite (3 % isopropylphenylcarbamate).

Weight losses. Reduction in the weight of unsprouted potatoes, weight losses, varied from 2—6 % in winter storage experiments (storage from the time of harvesting till April or May). If the storage was continued over early summer until the end of July, weight losses increased by 1 ½—4 %. The proportion of dry matter in the losses was 0.6 % for winter storage and 0.9 % for early summer storage, on the average (Tables 8 and 9).

For sprouted potatoes weight losses were greater than for unsprouted ones. This was due to heightened respiration and evaporation caused by sprouting.

High temperature, dry storage sheds, electric ventilation by fans, and slatted boards in bins were inclined to increase weight losses. On the other hand, reduction of weight was cut down by covering the potatoes. In small lots losses were greater than in large lots.

The results indicate that in order to prevent weight losses potatoes should be stored in fairly big lots. The air in the storage sheds must be as cool as possible (+3 —+5° C), and moist. This applies to the ventilation air, too. In addition, potatoes should be kept unsprouted, by using chemicals if necessary. If storage occurs in small

lots, the effect of desiccation and high temperature can be modified by covering the potatoes with paper.

Under moist conditions the dry matter content of the potatoes decreased. Under dry conditions the dry matter content increased, in sprouted potatoes even to such an extent that the potatoes dried up (Tables 8, 9 and 10).

Total losses. The monthly increase in the total losses of potatoes treated with sprout-inhibiting chemicals was about 1.3 per cent, on the average. Thus the losses were 4 % towards the middle of January, e.g., 8 % towards the middle of April, 12 % at the beginning of July, and 13 % at the end of July, when the experiments were terminated (Fig. 10).

During winter (storage from the time of harvesting till April or May) the total losses of untreated potatoes were about the same as those of potatoes treated with chemicals. During spring and early summer the total losses of untreated potatoes showed a monthly increase of almost 7 per cent, caused by sprouting. By the end of July or beginning of August total losses were as high as 30 %.

This Publication is to be had abroad from the Library of the Agricultural Research Centre, Tikkurila, Finland.